BHS II B 115-1

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke
Bibliothek:
II B
115
Aktiengesellschaft

Lehrbuch
der
Mineralogie,
ausgearbeitet
vom
Bürger Haüy,

Professor der Mineralogie und Ober-Aufseher des Mineralien-Kabinets in Paris, des französischen Nazional-Instituts der Wissenschaften und Künste, auch der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin Mitglied.

Zum
Druck befördert durch das Bergwerks-Conseil in Paris.

Mit vielen Kupfertafeln.

Aus dem Französischen übersetzt,
und
mit Anmerkungen versehen
von

Dietrich Ludwig Gustav Karsten,
d. W. W. Dr.
Königl. Preuſs. Geheimen Ober-Bergrath, öffentlichem Lehrer der Mineralogie und Aufseher über das Königl. Mineralien-Kabinet, der Königl. Preuſs. Akademie der Wissenschaften, der Gesellschaft naturforschender Freunde und mehrerer auswärtigen gelehrten Societäten Mitgliede.

BIBLIOTHEK
DER K:B:GENERAL
BERGW: U.SALINEN
ADMINISTR:

Erster Theil.
Hierzu das erste Heft der Kupfertafeln.

Paris und Leipzig,
bei C. H. Reclam, 1804.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede

des

Uebersetzers.

Es giebt unter den mannichfaltigen krystallisirten Körpern des Mineralreichs primitive und sekundäre Formen.

Die primitiven Formen dürfen nicht, wie es häufig geschieht, willkührlich angenommen, sie müssen durch mechanische Zergliederung der Krystalle dargelegt oder durch Berechnung aufgefunden werden.

Durch die erste Operation gelangt man anschaulich zur Enthüllung eines Kerns, der sich in allen noch so verschieden gebildeten

äuſseren Formen, sobald sie einer und eben derselben Gattung von Fossilien zukommen, gleich bleibt.

Die Lage der Trennungsflächen in den Krystallen, oder, was damit übereinstimmt, der Durchgang der Blätter ist der Wegweiser bei der mechanischen Zergliederung; denn die Flächen des Kerns laufen mit der Richtungsebene der Blättchen des Fossils parallel.

Der enthüllte Kern läſst sich noch weiter mechanisch analysiren; bei einigen Substanzen gleichlaufend mit seinen Seitenflächen, bei andern nach transversalen Richtungen. Das Resultat dieser neuen Zergliederung liefert die integrirenden Moleküls. Letztere bestehen aus

Elementarischen Moleküls. — Das sind die körperlichen Formen der einzelen Bestandtheile, welche die Mischung der Fossilien ausmachen.

Ein Beispiel.

Die Würfel des Fluſsspaths bilden eine sekundäre Form dieses Fossils.

Jeder dieser Würfel kann mechanisch zerlegt werden, indem man durch ein schneidendes Werkzeug die acht Ecken des Krystalls in einer Richtung abstumpft, welche die darin wahrzunehmenden Trennungsflächen der Blättchen an die Hand geben. Setzt man die Schnitte oder die Abstumpfung in parallelen Richtungen so weit fort, bis die Abstumpfungsflächen zusammenstofsen, so erhält man

ein Oktaëder oder die enthüllte Kerngestalt (Haüy's *forme primitive*) des Flufsspaths.

Jedes so erhaltene Oktaëder läfst sich weiter zerlegen; aber nach transversalen Richtungen, d. i. nach solchen, welche durch die Axe des Krystalls und seine Seitenkanten laufen. Diese Zergliederung liefert kleine dreiseitige Pyramiden — Tetraëder, als integrirende Moleküls; denn acht solcher regelmäfsigen Tetraëder machen vereint das Oktaëder des Flufsspaths aus.

Jedes von diesen Tetraëdern liefert noch bei einer chemischen Zerlegung Flufssäure und

Kalkerde, also beide Bestandtheile des ächten Flufsspaths.

Die körperliche Form der kleinsten Theilchen von der Flufssäure allein oder von der Kalkerde allein wird ebenfalls als regelmäfsig gebildet vorausgesetzt, und diese kleinen Körper würden, wenn sie sich darstellen liefsen, die elementarischen Moleküls liefern, aus deren Vereinigung die oben recensirten integrirenden Moleküls gebildet werden. —

Ueberschaut man die grofse Zahl der Krystallisationen, wie wir sie aus der Hand der Natur erhalten, so ergiebt sich bald, dafs nur sehr wenige davon den Kerngestalten oder primitiven Formen selbst angehören; die allermehresten davon sind sekundäre Gestalten.

Es sey indessen auch ihre Anzahl (die jetzt schon weit in die Hunderte reicht) noch so bedeutend, so lassen sich dennoch die verworrensten sekundären Formen auf eine ganz geringe Zahl regelmäfsiger Körper zurückführen. Auf

das Parallelepipedon,
— Oktaëder,
— Tetraëder,
— regelmäſsige sechsseitige Prisma,
— Rhomboïdal-Dodekaëder,
— Bipyramidal-Dodekaëder

beschränkt sich zur Zeit die Summe der primitiven Formen, und die Zahl der integrirenden Moleküls ist gerade nur halb so groſs.

Die Kerngestalt eines Krystalls sey nämlich von den sechs eben erwähnten, welche sie wolle, so gehören die integrirenden Moleküls, woraus sie besteht, zur

dreiseitigen Pyramide
oder zum dreiseitigen Prisma
oder zum vierseitigen Prisma

d. i. zu den einfachsten aller regelmäſsigen, durch gerade Flächen begrenzten Körper.

Vergleicht man die sekundären Gestalten mit ihren Kernen, so scheinen jene durch Blättchen der Fossilienmasse, welche um und über den

Kern nach gewissen Gesetzen aufgeschichtet sind, entstanden zu seyn.

Von diesem Gesichtspunkte ausgegangen, ist es möglich, der chemischen Zergliederung selbst zuvor zu kommen, und

1) Neue Gattungen, d. i. neue chemische Verbindungen bestimmt vorher zu verkündigen;

2) Fossilien, welche aus Mangel an tieferer Kenntniſs ihrer Natur als verschiedene Gattungen betrachtet wurden, aus überzeugenden mathematischen Gründen mit einander zu einer einzigen zu vereinigen.

So behauptete der Verfasser dieses Lehrbuchs aus krystallographischen Gründen:

der Hyazinth und Zirkonit (letzterer aus Norwegen) gehöre zum Zeilonianischen Zirkon; der Beryll zum Schmaragd; der Chrysolith (der Franzosen) und der Moroxit zum Apatit; der Kokkolith zum Augith u. s. w., und die chemische Zergliederung hat nachher die Uebereinstimmung ihrer Bestandtheile dargethan.

Er schloſs ferner aus der vorgefundenen Abweichung in der primitiven Form:

der sibirische Schmaragd (jetzt Dioptas) sey kein Schmaragd;

der glasige Strahlstein (jetzt Epidot) sey kein Strahlstein;

das würflige Olivenerz (jetzt Würfelerz) kein arseniksaures Kupfer;

der vulkanische weiſse Schörl (jetzt Nephelin) weder Schörl noch Feldspath u. s. w.

und diese Schlüsse wurden in der Folge durch die Analysen eines KLAPROTH und VAUQUELIN völlig bestätigt.

Vorstehendes sind die Grundzüge des krystallographischen Theiles von dem Lehrbuche der Mineralogie des berühmten HAÜY, welches ich dem deutschen Publiko hier in unserer Muttersprache vorlege. Es ist überhaupt mit den lehrreichsten Kapiteln angefüllt, und wird von Jedem, der Interesse an der Mineralogie findet, mit groſsem Nutzen studirt werden. Aber der krystallographische Theil und die An-

wendung der obigen ganz originellen Vorstellungsart auf die mathematische Entwickelung der Gesetze, nach welchen die sekundären Formen auf einige wenige primitive zurückgeführt werden können, wäre allein schon wichtig genug, um dies Werk an die Spitze aller derer zu stellen, welche das Ausland uns über die Mineralogie geliefert hat.

In dieser Hinsicht übernahm ich auf wiederholtes Verlangen die Herausgabe der deutschen Uebersetzung; jedoch bei meinen vielfältigen Berufsgeschäften nur unter der Bedingung, dafs ein anderer Gelehrter sich zur Anfertigung der Uebersetzung selbst verstände, und mir die Revision verbliebe. Es zeigten sich zwei würdige junge Männer hiezu bereit, der gelehrte Herr Doctor Ch. S. Weiss, jetzt beliebter Privat-Docent in Leipzig, und durch mehrere Preisschriften rühmlichst bekannt, ferner Herr Doctor C. J. B. Karsten aus Rostock, von dessen mancherlei schriftstellerischen Produkten ich, aufser dem Schererschen Allgemeinen Journal der Chemie, dessen Redaction

er eine Zeitlang so gut als allein besorgt hat, nur die „Revision der chemischen Affinitätslehre, Leipzig, bei Reclam, 1803" anzuführen nöthig habe. Beide Gelehrte brachten den Winter 180½ hier zu, und diesen Aufenthalt benutzte ich, damit wir uns in gemeinschaftlichen Deliberationen über die zu beobachtenden Grundsätze vereinigen möchten.

Wer nämlich entweder das Original schon kennt, oder auch nur diese Uebersetzung genauer durchgeht, wird leicht zu der Ueberzeugung gelangen, daſs letztere ihre eigenen Schwierigkeiten hatte. Der Verfasser hat einen ganz neuen originellen Weg betreten. Der Einfluſs davon muſste sich also eben sowohl in der systematischen Nomenclatur als in den Kunstausdrücken des präparativen Theiles äuſsern. Die Eigenthümlichkeit seines Systems aufzubewahren, und das Wesentliche seiner Vorstellungsart anschaulich darzustellen, dies war eine Haupt-Aufgabe, welche sich nicht immer ohne eine gewisse Kollision mit andern Verpflichtungen eines sorgfältigen Uebersetzers erreichen

liefs. Wir sind dabei auf folgende Weise zu Werke gegangen.

Die HAÜYschen Nomina propria der Fossilien sind in der Regel auch da beibehalten, wo die deutschen Mineralogen andere Nomina propria haben. Blofs der Endbuchstabe ist, wo es nöthig war, dem Genius der Sprache nach verändert oder weggelassen worden, z. B. Telesie in Telesin, Wernerite in Wernerit u. s. w. Nur das Gattungswort Chiastolith habe ich mir für Macle zu substituiren erlaubt, weil letzteres in Makel verdeutscht, auf einen so fatalen Nebenbegriff führt, dafs man darin gar kein Fossil erkennt. Herr HAÜY selbst entschliefst sich vielleicht bei einer neuen Auflage hier eine Veränderung vorzunehmen.

Wo das Gattungswort kein Nomen proprium, sondern nach der neuen chemischen Nomenclatur beschreibend gebildet ist, hat man, auch wo im Deutschen ein Nomen proprium bekannt und gebräuchlich ist, solches nicht, sondern die analoge chemische Nomenclatur so angewendet, dafs der Ausdruck gleich zeigt, ob

von Naturprodukten oder von künstlichen Mischungen gleicher Art die Rede ist. *Chaux sulfatée* ist z. B. nicht durch Gyps, sondern durch schwefelgesäuerter Kalk gegeben; letzteres zum Unterschiede des schwefelsauren Kalks, welcher die künstliche chemische Zusammensetzung andeutet.

Bei den Epithetis der Varietäten *) trat die grofse Schwierigkeit ein, dafs griechisch-französische Zusammensetzungen, welche in das System selbst eingreifen, durch wahrhaft deutsche ersetzt, d. h. dafs neue deutsche Zusammensetzungen gebildet werden mufsten. Hätte man jene ausländischen Ausdrücke beibehalten wollen, so wäre freilich diese grofse Aufgabe vermieden; aber dann hätte man den Knoten, statt ihn zu lösen, zerhauen, und ein gar zu

*) Arten, im Sinne der deutschen Mineralogen, hat Herr Haüy nicht; was er *espèce* (Species) nennt, ist bei uns Gattung. Herr Hofrath Blumenbach will überhaupt, wie die Vorreden zu den neuern Ausgaben seines Handbuchs der Naturgeschichte zeigen, für Species allemal Gattung geschrieben wissen. Er wird dies also um so mehr billigen.

buntscheckiges deutsches Buch geliefert. Wo es daher nur irgend ausführbar schien, ist es versucht, und nur da, wo es uns besser dünkte, das ausländische Wort aufgenommen. Sachkundige Leser werden diese Maafsregel ohne Zweifel billigen, und den Versuch selbst mit Nachsicht beurtheilen. Wer bei Gelegenheit der Recension dieses Buches oder sonst irgendwo bessere Beiworte der Varietäten auszumitteln weifs, dem werde ich sehr dafür verbunden seyn, und sie künftig gerne aufnehmen.

Auf der andern Seite fürchte ich nicht den Vorwurf des Misbrauchs ausländischer Worte, wo sie dem Vortrage einen karakteristischen Stempel gewähren, und dazu beitragen, die Ideen besser auf einen individuellen Gegenstand zu fixiren. Es sind in mehreren Zeitschriften oder auch auf besonderen Blättern Auszüge und Fragmente des HAÜYschen Werkes mitgetheilt worden. Darin findet man

molécules durch Theilchen, Grundtheilchen u. s. w.

décroissement durch Abnahme,

sousstraction durch Wegnahme,
rangées sousstraites durch weggenommene
Reihen u. s. w.

verdeutscht.

Diese Uebersetzungen drücken (wenn auch die letztern drei wörtlich genommen richtig sind) die Sache nicht körnig genug aus, und führen zu ganz allgemeinen, im gemeinen Leben vielfältig oberflächlich angewendeten abstrakten Ideen, denen das individuelle Gepräge fehlt. Ich habe es daher besser gehalten,

Molécules durch Moleküls,
décroissement durch Decreszenz,
sousstraction durch Subtraktion,
rangées sousstraites durch subtrahirte Reihen u. s. w.

zu geben, und also im Grunde das fremde Wort bloſs mit einer nothwendigen Modification beizubehalten.

Zur Erläuterung der letzten Ausdrücke muſs ich die Entwickelung der dabei zum Grunde liegenden Vorstellungen noch versuchen. Herr Haüy betrachtet die sekundären Krystalle als

Körper, welche aus lauter über die Flächen des Kerns aufgethürmten Blättchen zusammengesetzt sind, die aus parallelen Reihen von kleinen Moleküls bestehen, welche letztere nach verschiedenen, im Buche selbst weiter zergliederten Gesetzen gegenseitig geordnet sind. Indessen zeigt er S. 157 seq. sehr sinnreich, wie die Annahme, als ob der Kern präexistirt hätte, gar damit nicht verknüpft zu seyn brauche. Geht man nun von jener Idee aus, so gewinnt es auch ferner das Ansehen, als ob die oberen Blättchen nicht so viele Reihen von Moleküls enthalten, als die unteren der Kerngestalt zunächst liegenden, und als ob durch die Summe der jedesmal ausfallenden Molekülsreihen die Neigungsebene (oder, populär ausgedrückt, die schräge Richtung) der sekundären Flächen gegen die Flächen der Kerngestalt hervorgebracht werde. Diese den oberen Blättchen an ihren Rändern im Vergleich gegen die unteren entgehende oder als fehlend, als ausfallend betrachtete Reihen heifsen in Haüy's Kunstsprache subtrahirte Reihen (*des rangées soustraites*); die Operation selbst, wodurch dies erfolgt, ist eine

Sub-

Subtraktion (*sousstraction*), und der Ausdruck zwar von der Arithmetik entlehnt, aber hier so individuell angewendet, daſs dabei weiter gar keine Zweideutigkeit möglich ist. Der Effekt dieser Subtraktion ist nun die bei Betrachtung der sekundären Krystalle in die Augen fallende Verjüngung oder Decreszenz (*décroissement*) der Flächen, welche, da sie unter Gesetze gebracht werden kann, ebenfalls durch decreszirende Reihen (*des rangées décroissantes*) angegeben wird.

Diese Vorstellungsart unsers Verfassers ist atomistisch; indessen ist solche der geometrischen Konstruktion nicht allein fähig, sondern auch bereits derselben von Herrn Haüy mit auffallendem Erfolg unterworfen worden. Eine dynamische Ansicht der Krystallographie hat Herr Dr. Weiss geliefert, und ich habe zum Beweise meiner Unpartheilichkeit gerne darin gewilliget, daſs solche als ein Anhang zum raisonnirenden Theile dieses Werks mit abgedruckt werden durfte. — —

Sonst befinden sich alle Anmerkungen un-

ter dem Texte. Die des Verfassers sind weiter nicht bezeichnet; die meinigen ergeben sich durch das darunter gesetzte *K.*, und wo dem Herrn Dr. Weiss gleich bei dem Uebersetzen hier und da eine Anmerkung beigefallen ist, da habe ich sie beibehalten, aber durch den Buchstaben *W.* unterschieden. Ich wünsche, daſs man in meinen Anmerkungen zum raisonnirenden Theile nichts Ueberflüſsiges wahrnehmen möge. Es wäre leicht gewesen, deren noch mehrere hinzuzufügen, allein ich suchte solche dadurch möglichst zu vermindern, daſs ich mich bemühete, dunkelen Stellen des Originals in dem Text der Uebersetzung selbst mehrere Klarheit zu verschaffen. Dies zu bewirken hielt ich besonders bei der, wie ich wohl sagen darf, sehr gewissenhaft und mit vielem Zeitaufwand angestellten Revision des Manuscripts, für meine Pflicht. Ihre Erfüllung war mir um so heiliger, je höher ich den verdienstvollen Verfasser dieses klassischen Werkes achte, und je weniger man mit einem Manne, welcher ein ganzes Menschenalter hindurch seine unermüdeten Studien auf einen Ge-

genstand heftete, dessen Reichhaltigkeit zuvor Niemand geahndet hat, darüber rechten darf, wenn einem dritten, und noch dazu einem Ausländer nicht jede Stelle gleich verständlich ist. Wer alle Resultate überschauet, dem kann leicht eine Lücke im Vortrage entwischen, da ihm alle Zwischensätze von selbst gegenwärtig sind.

Weshalb die geometrische Abtheilung des ersten Bandes ohne alle Anmerkungen geblieben ist, darüber behalte ich mir bei Gelegenheit des zweiten Bandes, in welchem der geometrische Theil sich erst endet, etwas beizubringen, vor.

Die Eintheilung der Bände ist nämlich dem Wunsche des Verlegers zu Folge so geblieben, wie sie im Original war. Nur die Aenderung ist getroffen, daſs die Leser gleich mit dem ersten Bande ein Heft der Kupfer erhalten, welche zusammengenommen, nebst den Tabellen, den fünften Band ausmachen werden. Die Kupfer sind in Paris von einem geschickten Künstler gestochen. Sie geben dem Original an Schönheit und Korrektheit wenig nach, wie die geringe

Zahl der sorgfältig gesammelten und hier im Abdruck folgenden Fehler zeigen wird. Auch die im Texte bis S. 480. bemerkten Druckfehler finden die Leser hinten angezeigt.

Erlauben es meine sehr überhäuften Berufsgeschäfte nur irgend, so folgen die nun noch fehlenden drei Bände schnell hinter einander. Gegen die Mitte des zweiten Bandes beginnt erst der adplikative Theil der eigentlichen Oryktognosie. Von da an werde ich den krystallographischen Bestimmungen des Verfassers die Karakteristik nach Herrn WERNER'S Methode zur Vergleichung beifügen.

Berlin, den 5ten Oktober 1803.

KARSTEN.

Einleitung.

Wenn die Beweggründe, welche uns bestimmen, einen Zweig der Naturwissenschaften zu bearbeiten, einzig auf dem Interesse, welches manche Naturerzeugnisse an und für sich einflöſsen, und auf dem Anziehenden beruhten, das sie auf den ersten Anblick schon besitzen; so würde die Zoologie und Botanik vor der Mineralogie etwas voraus zu haben scheinen, was den Geschmack, beinahe eines Jeden, zu der einen oder der andern von diesen schönen Theilen unserer Kenntnisse hinziehen würde. Bei den Thieren bietet eine, der unsrigen sich mehr nähernde Bildung ein System von Organen, welche so glücklich zur Produktion einer unendlichen Menge verschiedener Bewegungen vereinigt, ein Instinct, dessen wohlthätige Wirkungen so bewundernswürdig sind, dem Menschen einen Gegenstand dar, welcher seine ganze Wiſsbegierde zu reizen, und den Verstand zu üben, verdient, der den Menschen auszeichnet, und ihm sein Uebergewicht giebt. Die Pflanzen geben den lachendsten und anmuthigsten Anblick in der ganzen Natur, der am geschicktesten ist, unser Empfindungsvermögen aufzuregen; und die bloſse Vor-

stellung des Frühlings und der Blumen ladet mächtig zum Studium der Botanik ein.

Dagegen liegen die meisten Mineralien in den Höhlen des Erdballs verborgen. Nur durch zahlreiche Trümmer hindurch gehen sie daraus hervor, und tragen selbst die Spuren des zerstörenden Eisens an sich, das sie aus ihren Lagerstätten weggerissen hat; sie sind für den gewöhnlichen Menschen nur todte Massen, ohne Physiognomie und sprachlos, bloſs bestimmt, unseren Bedürfnissen zugeeignet zu werden; kaum kann man sich vorstellen, daſs sie der Gegenstand einer besonderen Wissenschaft werden könnten, und daſs es zwischen dem Bergmanne, welcher sie dem Schooſs der Erde entreiſst, und dem Künstler, der sie verarbeitet, noch einen Platz für den Naturforscher gäbe.

Wer indeſs nicht bloſs bei dem ersten Anblick stehen bleibt, sondern die Fossilien näher, und mit dauernderer Aufmerksamkeit betrachtet, der wird leicht bemerken, wie viel sie bei näherer Kenntniſs gewinnen.

Die polyedrischen Gestalten, deren Dimensionen und Winkel eine verständige Hand mittelst des Zirkels abgemessen zu haben scheint; die Abänderungen, welche diese Gestalten in einer und derselben Substanz erleiden, ohne daſs sie deshalb aufhören, regelmäſsig zu seyn, und der Vorzug, mit Hülfe der Beobachtung und der Berechnung, die Züge des unter diesen Verwandlungen verborgenen Proteus auffinden zu können; sinnreiche Versuche, welche mit den zum Auge sprechenden Kennzeichen sich vereinigen, um die Eigenschaften, welche diesem entgehen, auszuspähen; der Grundsatz

satz des Archimedes, auf die Vergleichung der Gewichte bei einem gegebenen Volumen angewandt; die strahlenbrechende Kraft, welche uns in den Stand setzt, die Körper, wodurch das Bild jedes Gegenstandes einfach erscheint, von denen zu unterscheiden, welche zwei Bilder dem erstaunten Auge zeigen; die Wärme, womit man, anstatt durch Reibung, elektrische Pole in Körpern entstehen läſst, deren Krystallstructur, durch eigenthümliche Varietäten, die Lage dieser Pole im Voraus anzeigt; die Magnetnadel, welche das Eisen nöthigt, *sich selbst* zu verrathen; mannichfaltige chemische Mittel, welche die Zweifel heben, die andere Proben noch könnten gelassen haben; die Hülfsmittel, welche die chemische Zerlegung zur Aufstellung eines Systems darbietet, das auf die innere Kenntniſs der darin enthaltenen Gegenstände gegründet ist; — alles vereiniget sich, um die Mineralogie zu einer Wissenschaft zu erheben, welche es verdient, daſs Männer sich sie zu eigen machen, die natürliche Anlagen zu solchen Untersuchungen haben, worin Genauigkeit und Strenge anwendbar ist; zu Untersuchungen, welche Stoff zu sehr gelehrten Combinazionen, und eine Summe von Thatsachen darbieten, die genau unter einander zusammenhängen.

Bearbeitet man die Mineralogie mit solchen Rücksichten, so erscheint sie bald unter einer ganz neuen Gestalt. Sie ist ein Gemählde, welches durch die bloſse Gewohnheit, es zu sehen und zu studieren, verschönert wird, wo die Natur sich, wie überall, unter einer Ansicht zeigt, die für ihren Urheber den Tribut unserer Bewunderung und unserer Ehrfurcht erheischt; und

eine Wahl, die unsere Erwartung übertraf, wird uns um so lieber, weil eine Art von natürlicher Zuneigung uns an die Gegenstände mehr fesselt, welche weit mehr gewähren, als sie anfangs uns zu versprechen schienen.

Es giebt keinen Theil der Naturwissenschaften, dessen ersten Keim man nicht in den Begriffen fände, welche die Menschen von Alters her durch den Gebrauch bekommen haben, den man im gemeinen Leben von den dazu gehörigen Gegenständen macht. In Betreff der Mineralogie ist diese Wahrheit besonders einleuchtend; denn ihr Reich enthält eine Menge von Produkten, die der menschliche Fleiſs nicht bearbeiten, und den Bedürfnissen oder Annehmlichkeiten des Lebens, ohne ein gewisses Studium ihrer Kennzeichen und Eigenschaften, anpassen konnte, und ohne daſs nicht die Kunst der Wissenschaft hätte den Weg bahnen sollen. Seit den ältesten Zeiten ward die ganze Masse dieser nützlichen Produkte in Steine, Salze, brennliche Körper und Metalle abgetheilt. Dies waren gleichsam die ersten Umrisse des Gemähldes, welches sich in unsern Systemen darstellet.

Durch Behandlung der metallischen Substanzen hatte man mehrere wesentliche Verschiedenheiten, wodurch sich diese Körper auszeichnen, kennen gelernt. Unter dem Namen Marmor und Edelsteine hatte man zahlreiche Gruppen von Steinarten zusammengestellt, welche, ungeachtet der Verschiedenheit der Körper, die sie unter einander zu verbinden dienten, doch einen Versuch enthielten, daſs man Gattungen, in welche die Klassen zerfallen, festsetzen wollte. Gewisse Eigenschaften, die um so merkwürdiger sind, da man an

ihnen die Substanzen, welche sie besitzen, erkennen kann, waren der Aufmerksamkeit nicht entgangen; man hatte bemerkt, daſs der Bernstein, wenn er gerieben worden ist, leichte Körper, die man nahe an ihn bringt, anzieht; auch die Art von Sympathie, welche das Eisen gleichsam an den Magnet fesselt, den man für einen bloſsen Stein ansah. Selbst die Krystallformen waren den Alten nicht ganz unbekannt; Plinius *a*) kannte die Krystallisation des Diamants und des Bergkrystalls recht gut. Damals waren diese regelmäſsigen Figuren ein Wunder, das man um seiner Sonderbarkeit Willen anstaunte; heut zu Tage erregen sie unsere Bewunderung noch, vermöge ihrer Menge und Mannichfaltigkeit.

Erst im Laufe des letzten Jahrhunderts haben die Gelehrten angefangen, die uns bekannten unorganischen Körper samt und sonders in eine systematische Ordnung zu bringen, und das Wort Mineralreich zu gebrauchen. Nach Maaſsgabe der verschiedenen auf einander gefolgten Systeme wählten einige, wie z. B. Linné, Wallerius, Daubenton u. s. w. zur Bestimmung der Arten, Gattungen, Ordnungen und Klassen entweder solche Charaktere, die sich, so zu sagen, dem Auge von selbst darstellen, wie die, welche von der Gestalt, dem Gefüge, der Durchsichtigkeit und den Farben hergenommen sind; oder auch gewisse leicht zu erforschende Eigenschaften, als das Funkengeben mit dem Stahle, das Aufbrausen mit Salpetersäure u. s. w.; andre

a) Hist. nat. l. XXXVII. cap. 2. et 4.

wurden auf einem gelehrteren Wege entworfen, wie ihn CRONSTEDT zuerst ging, und BERGMANN, VON BORN, KIRWAN u. s. f. verfolgten. Bei diesen wurden die Mineralien zufolge ihrer chemischen Zerlegung geordnet, so daſs die Gattungen durch die Gleichheit der Bestandtheile bestimmt, die Geschlechter aber aus Gattungen, welche einen Bestandtheil gemein hatten, gebildet wurden. Dasselbe Mittel diente auch in gewissen Fällen, mehrere Geschlechter mit einander in eine und dieselbe Ordnung zu verknüpfen: so konnte man die Neutralsalze in alkalische, erdige und metallische Salze abtheilen, je nachdem die Säure in ihnen mit einem Alkali, einer Erde oder einem Metalle verbunden war. Wo aber die Analyse nicht hinreichte, Ordnungen festzusetzen, da ersetzte man dies durch irgend eine chemische Eigenschaft, welche allen den Geschlechtern, die zusammen die Ordnung ausmachten, gemein war; und was die Klassen betraf, so wurden diese ebenfalls durch Abweichungen characterisirt, welche die dahin gehörigen Körper zeigen, wenn chemische Operationen mit ihnen vorgenommen werden.

Man darf jedoch nicht glauben, daſs die beiden systematischen Anordnungsarten, von denen wir eben gesprocheu haben, durch eine strenge Grenzlinie von einander geschieden wären. Die Chemiker konnten, nachdem sie die Reihe der Klassen, Ordnungen, Geschlechter und Gattungen mittelst der chemischen Eigenschaften, oder nach den Resultaten der Analyse, festgesetzt hatten, bis zu den Varietäten nicht anders als dadurch herabsteigen, daſs sie sich der äuſseren Kennzeichen be-

dienten, um sie von einander zu unterscheiden. In einem vollständigen Systeme darf man auch um so weniger bei den Gattungen stehen bleiben, da sie oft wieder in mehrere Unterabtheilungen zerfallen, deren Verschiedenheiten weit schärfer sind, als die geringen und vorübergehenden Nüancen, welche in der Botanik die Varietäten bestimmen; daher jene uns auch sehr ausgezeichnete Resultate von verschiedenen Gesetzen oder von verschiedenen Arten, nach welchen die Natur wirkt, darbieten. Beim Kalkstein z. B. sind die verschiedenen Krystallgestalten, die Stalactiten, Marmorarten u. s. w. eben so viele Abänderungen derselben Substanz, die ohne Zweifel alle für sich beobachtet und studirt zu werden verdienen. Wer dabei nichts als Kalkerde und Kohlensäure wahrnehmen wollte, würde gewissermaaſsen bei der Ueberschrift eines Gemähldes stehen bleiben, das durch das Ganze und durch die Mannichfaltigkeit der einzelnen Theile, die es dem Auge darbietet, gleich interessant ist.

Von der andern Seite haben die Resultate der Chemie den Mineralogen bis auf einen gewissen Punkt offenbar wesentliche Dienste geleistet, um die Abtheilungen, welche man mit dem Namen mineralogischer Systeme bezeichnet hat, zu Stande zu bringen. Denn ohne hier von dem Gebrauch zu sprechen, den die Mineralogen von gewissen Eigenschaften, z. B. von dem Aufbrausen mit Säuren, welches eine wahrhaft chemische Eigenschaft ist, gemacht haben, so würden sie auch auſserdem ohne Beistand der Analyse niemals die Körper unter ihre wirklichen Klas-

sen haben bringen können b). Das kohlengesäuerte Blei, welches insgemein weifs Bleierz heifst, würde als eine den Metallen fremde Gattung angesehen, und wahrscheinlich unter die Steine gesetzt worden seyn. Im Breisgau fand man vor einigen Jahren eine in kleinen scharfkantigen Blättchen krystallisirte Substanz von einer weifsen Farbe; die Mineralogen machten daraus erst einen Zeolith, und dann einen Schwerspath. Durch Pelletier's Analyse erhielt das Mineral seinen wahren Platz unter den Zinkerzen, als eine Varietät des Gallmey.

Die Chemie ist daher, wenigstens stillschweigend, die Führerin der Mineralogen bei der Bestimmung der Gattungen gewesen. Bei der Bildung der Geschlechter fangen eigentlich beide Methoden erst an, von einander abzuweichen.

In dem Systeme der Mineralogen sind die Gattungen, welche ein und dasselbe Geschlecht ausmachen, unter sich durch ein ihnen gemeinschaftliches, von irgend einer Beschaffenheit hergenommenes Kennzeichen, oder auch durch mehrere verbunden, welche sich auf die Art beisammen finden, dafs man anzunehmen genöthiget ist, es könnten die damit begabten Fossilien nur zu dem Gattungsverein gehören, zu welchem man sie rechnet. Die von den Chemikern angenommenen Geschlechter gründen sich auf die Analyse selbst; sie

b) Hiervon liefern der Braunstein, Wolfram, Titanschörl etc., sogar das Hornerz, auffallende Beispiele. K.

hängen, wie wir bereits gesagt haben, von der Gegenwart eines Bestandtheiles ab, den die verschiedenen Gattungen gemein haben, welche nun weiter nach den ihnen eigenthümlichen Bestandtheilen unterschieden werden.

Man sieht aus dem vorhergehenden, dafs die Chemie und die Mineralogie nothwendig zusammentreten müssen, um ein System, welches es auch sey, das die Klassification der unorganischen Wesen zum Gegenstande hat, aufzustellen; dafs es der Chemie zukömmt, den ersten Grund des Systemes durch Festsetzung der Gattungen zu legen, und dafs alle Verschiedenheit nur davon abhängt, dafs jedes System bei der Aufführung des Gebäudes, das sich auf dieser Grundlage erhebt, noch von dem Seinigen etwas zusetzt. Ich werde bald die Grundsätze darlegen, welche mir dahin zu führen scheinen, dafs aus dieser Art von Föderation der gröfstmögliche Vortheil geschöpft werden kann.

Auf einer andern Seite verbündet sich auch die Physik mit der Chemie, um der Mineralogie Unterscheidungskennzeichen an die Hand zu geben, die um so vortheilhafter sind, da sie auf das Wesen der Substanzen selbst gehen, und weit beständiger sind, als die, von denen wir nur nach der Aussage unserer Sinne urtheilen. Einfache und leichte Versuche scheinen uns neue Organe zu geben, um bis in die innersten Eigenschaften eines Körpers einzudringen; und denen, die glauben, die Mineralogie müsse sich selbst genügen, ohne sich mit fremden Wissenschaften be-

fassen zu dürfen, kann man antworten, dafs man in solchen elementarischen, und einen so geringen Aufwand von Hülfsmitteln und Wirkungen erfordernden Versuchen eigentlich weder den Chemiker, noch den Physiker sieht; man sieht darin nur den Mineralogen, der die Natur auf eine dringendere und glücklichere Art erforscht *c*).

Die Geometrie steht ihres Theils in direkten und nothwendigen Beziehungen mit der Mineralogie, wegen der Beschreibung der Krystallformen, und noch mehr wegen ihrer mannichfaltigen Anwendungen auf die Structur der Krystalle, die nichts anders als das Resultat einer Geometrie der Natur ist, welche eigenthümliche Regeln hat, und wo jeder feste Körper seine Gestalt durch die Verbindung einer unendlichen Menge anderer kleiner Körper erhalten hat, die gleichsam die Elemente des ersteren sind. Ein nur flüchtig auf die

c) Wiewohl die blofse Anzeige der chemischen und physischen Eigenschaften für unsern Hauptzweck hinreichend gewesen wäre: so glaubten wir doch, die Erklärung dieser Eigenschaften beifügen und auch für diejenigen etwas leisten zu müssen, welche mit den Kenntnissen vertrauter sind, durch deren Beistand die Mineralogie aus dem Kreise blofs beschreibender Phrasen heraustreten und sich zum Range der ächten Wissenschaften erheben kann, die ihr Gebiet dadurch erweitern, dafs sie bis zu den Gesetzen, welchen es unterworfen ist, hinaufsteigen. Sie werden es uns ohne Zweifel Dank wissen, dafs wir uns nicht darauf beschränkt haben, die Resultate einzelner Versuche anzuführen, sondern dafs wir zugleich den Zusammenhang mit den Ursachen, wovon sie abhängen, dargelegt haben.

Krystalle geworfener Blick machte, daſs man sie anfangs bloſse Spiele der Natur nannte; dies hieſs aber nichts weiter, als ein feineres Geständniſs von Unwissenheit ablegen. Bei schärferer Untersuchung aber entdecken wir hier Gesetze regelmäſsiger Zusammenhäufung, mit deren Hülfe der Calcul die Resultate der Beobachtung auffaſst, und unter einander verkettet; Gesetze, die so mannichfaltiger Abänderungen fähig, aber zu gleicher Zeit so genau und regelmäſsig, und gewöhnlich höchst einfach sind, ohne daſs sie deshalb an ihrer Fruchtbarkeit verlören.

Die Theorie, welche zur Entdeckung dieser Gesetze führte, beruht ganz und gar auf einer Thatsache, deren Wirklichkeit bis dahin mehr gemuthmaſst, als dargethan worden war. Sie besteht darin, daſs jene kleine feste Körper, die Elemente der Krystalle, welche ich ihre integrirende Moleküls (*molécules intégrantes*) nenne, in allen den Krystallen, die zu einer und derselben Gattung (*espèce*) eines Minerals gehören, eine bestimmte unabänderliche Form haben, deren Flächen übereinstimmend mit der Richtung des natürlichen Gefüges dieser Krystalle liegen, welches die mechanische Theilung derselben anzeigt *d*); deren Ecken und Abmessungen aber durch Berechnung, verbunden mit der Beobachtung, gefunden werden. Ferner haben die integrirenden Moleküls, welche verschiedenen Gattungen angehören, auch unter einander mehr oder weniger deutliche Verschiedenheiten, wenige

d) Oder auch der Durchgang der Blätter. *K.*

Fälle ausgenommen, wo ihre Formen den Charakter ausgezeichneter Regelmäfsigkeit haben, woraus gleichsam Berührungspunkte zwischen gewissen Gattungen entspringen. Hieraus folgt, dafs die Bestimmung der integrirenden Moleküls einen grofsen Einflufs auf die Festsetzung der Gattungen haben mufs; und diese Betrachtung hat mich mehr als einmal bewogen, bald eine Summe von Mineralien in mehrere Gattungen einzutheilen, die in den ältern Systemen nur eine Gattung ausgemacht hatten, bald die zerstreuten Glieder einer einzigen Gattung, welche man in mehrere abgetheilt hatte, zusammen zu bringen und zu vereinigen. Einige von diesen Trennungen und Vereinigungen, welche ich zu einer Zeit unternahm, wo die chemische Analyse die wahre Natur der Substanzen, mit denen ich diese Aenderungen traf, noch nicht enthüllt hatte, finden sich nunmehr durch die Resultate der Chemie bestätiget; und ich wage sogar zu behaupten, dafs man für den Fall, wenn noch keine mineralische Substanz zerlegt worden wäre, doch vermittelst einer durchgeführten Arbeit über die integrirenden Moleküls im Stande gewesen seyn würde, Sorten auszulesen, die man mit allem Recht, als zu eben so viel scharf begrenzten Gattungen gehörig, hätte ansehen können *e*), so dafs es nur der Analyse eines einzigen Kör-

e) Diese Sortirungen wären nicht blofs auf die eigentlich sogenannten Krystalle eingeschränkt gewesen; man hätte darin auch Massen von blättrigem Gefüge, und sogar solche aufnehmen können, welche sich nicht auf eine solche Art mechanisch theilen lassen; denn diese letztern haben sehr oft mit den

pers aus jeder dieser Gattungen bedurft haben würde, um sie nachher in ein gut geordnetes System zu bringen.

Hieraus sieht man, wie meine obige Aeusserung, daſs der Chemie die Bestimmung der Gattungen zukomme, zu verstehen sey. Es würde vielleicht noch richtiger seyn, wenn man sagte, sie vollende diese Bestimmung, indem sie uns die Grundtheilchen kennen lehrt, woraus die integrirenden Moleküls zusammengesetzt sind. Man kann hier schon leicht wahrnehmen, (und in der Folge werden wir mehrere Beispiele davon bekommen), wie interessant es ist, daſs die Untersuchungen, welche es mit diesen beiden Arten von Moleküls zu thun haben, auf ein gemeinschaftliches Ziel hinauslaufen; daſs der Scheidekünstler und der Mineralog sich bei ihren Arbeiten gegenseitig Licht verschaffen, und daſs der Gonyometer *f*), welcher Data an die Hand giebt, wonach die Krystallformen dem Calcul unterworfen werden können, neben der Wage, die die Produkte der Analyse abwägt, seinen Platz erhält.

Der Hauptzweck dieses Lehrbuches ist die Auseinandersetzung und Entwickelung eines auf sicheren Prin-

ihnen entsprechenden krystallisirten eine Aehnlichkeit in der Lage und dem Ansehen, wodurch man erkennen kann, daſs sie zu derselben Gattung gehören; und so können diese für sich selbst unkenntlichen Massen wenigstens mittelbar durch Hülfe der Krystalle bestimmt werden, die ihnen gewissermaſsen zu Auslegern dienen.

f) Das Instrument, welches zur Ausmessung der Winkel der Krystalle dient. *W.*

zipien gegründeten Systems, das gleichsam als ein Umriſs für alle die Kenntnisse anzusehn ist, welche die Mineralogie aufstellt, und wobei sie von verschiedenen Wissenschaften, die ihr die Hand bieten, und mit ihr in gleicher Stuffe fortschreiten können, unterstützt wird. Das System besteht in der Vereinigung aller bekannten Mineralien unter einem und demselben Gesichtspunkt, damit sie, mit einander verglichen, ihre Kennzeichen studiret, und wechselsweise die Erfahrung und die Theorie über die verschiedenen Erscheinungen, unter denen sie sich zeigen, befragt werden können. Alles, was dem Beobachter den doppelten Nutzen gewähren kann, ihn auf seinem Wege zu gleicher Zeit zu leiten, und darüber aufzuklären, soll benutzt werden; und hiebei liegt die Maxime zum Grunde, daſs eine Wissenschaft aus allen denen Zweigen zusammengesetzt ist, deren sie bedarf, damit man in ihren Gegenstand tiefer einzudringen vermöge.

Die Mineralogie erfordert nach den verschiedenen Rücksichten, unter welchen wir sie eben betrachtet haben, sehr ausgebreitete Vorkenntnisse und fortgesetzte Arbeiten, um mit Erfolg getrieben zu werden. Es ist aber ein gemeinschaftliches Schicksal aller Wissenschaften, daſs, so wie sie höhere Stufen der Vollkommenheit erreichen, sie in gleichem Maaſse auch mehr Mühe erheischen, um auf den Punkt zu gelangen, von wo aus, wie von einem höheren Orte, wir eine gröſsere Anzahl von Wahrheiten mit einem Blicke durchschauen können.

Was ich durch meine Arbeit erreicht habe, gesetzt

auch, sie wäre so vollständig, als möglich, kann doch nur noch als bloſse Anleitung zum Studium der Natur betrachtet werden. Denkt man sich die mannichfaltigen Substanzen, aus denen der Erdball zusammengesetzt ist, in ihre Lage gegen einander durch das Zusammentreffen der verschiedenen Ursachen gebracht, deren Wirkungen das höchste Wesen zu dem Zwecke, welchen seine Weisheit sich vorsetzte, eingerichtet hat: so gewähren sie ein ganz neues Schauspiel, selbst für das Auge, welches mit der Betrachtung der Mineralien, wie sie aus dem Schooſse der Erde in unsere Kabinette gebracht worden sind, ganz vertraut ist. In diesen sieht man sie nach einer symmetrischen Ordnung zusammengestellt und geordnet; die Natur aber überspringt auf allen Seiten diese künstlichen von unsern Systemen gezogenen Grenzen, und trennt, was wir vereinigt, verbindet und vermengt, was wir getrennt hatten. Auf der einen Seite trennt sie durch auffallende Kontraste Substanzen von einander, die sich berühren, und an einander angrenzen; auf der andern Seite bewirkt sie jene allmähliche Uebergänge aus einer Substanz in die andere; jene Reihen von Nüancen, bei denen ein aufmerksamer und verständiger Beobachter sagen muſs: „das ist nicht mehr dieses Mineral, es ist aber auch noch nicht jenes."

Indeſs ist es leicht einzusehen, wie nützlich und sogar nothwendig für den Naturforscher ein Vorbereitungsstudium ist, um mehr Nutzen von seinen Reisen, und den an Ort und Stelle selbst angestellten Beobachtungen zu ziehen. Die Gegenstände, mit denen

er schon bekannt ist, reizen ihn, mit denen Bekanntschaft zu machen, welche neu für ihn sind; er hat die Natur noch nicht gesehen, aber Augen bekommen, sie zu sehen.

Obgleich die Beobachtungen, wovon hier die Rede ist, in das Gebiet einer ganz eigenthümlichen Wissenschaft, die man Geologie genannt hat, gehören, so grenzen doch die Kenntnisse, zu welchen sie führt, zu nahe an die Mineralogie, als daſs sie nicht in einem Lehrbuche dieser letzteren Wissenschaft wenigstens ganz kurz mitgetheilt werden sollten. Ich werde mich darauf beschränken, einige allgemeine Thatsachen anzuführen, deren Wahrheit mehrere berühmte Geologen anerkennen; ich werde hiezu eine kurze Beschreibung der verschiedenen, unter dem Namen Gebirgsarten (*roches*) bekannten, und anderer Aggregate, die ebenfalls nichts weiter, als Gruppen und Gemenge mineralogischer Gattungen sind, beifügen. Diejenigen, welche detaillirtere Kenntnisse davon zu erhalten wünschen, können sie aus den Werken eines De Luc, Saussure, Dolomieu, Pallas, Ramond und anderer Gelehrten schöpfen, welche die Natur im Groſsen gesehen, und von ihr die Befugniſs erhalten haben, sie zu mahlen.

Aber auſser denen, die eine besondere Neigung zu den Untersuchungen hintreibt, welche die Frucht der Reisen sind, giebt es fast überall Menschen, welche sich mitten im Geräusch des Stadtlebens über die mineralischen Erzeugnisse der Natur, von denen ein groſser Theil uns so wichtige Dienste leistet, alle mit

ihrer

ihrer Lage vereinbaren Kenntnisse zu verschaffen wünschen; und die Mineralogie hat vor den Wissenschaften, die sich mit den beiden andern Naturreichen beschäftigen, den Vorzug, dafs die Sammlungen der dahin gehörigen Gegenstände mannichfaltiger sind, und wegen der geringeren Menge von Gattungen weniger Lücken haben; dafs sie ferner vor dem Verderben sicherer sind, und sich zu einem Studium schicken, das zu allen Jahreszeiten und für jeden Augenblick pafst. Ich glaubte, dafs solche Personen in dem vorliegenden Werke eine Erleichterung mehr finden würden, um diese Kenntnisse zu erlangen, welche so geeignet sind, dafs sie die Vernunft zieren, den Geist bilden, und in der Seele eine gerechte Dankbarkeit für so viele Geschenke erwecken, die auf das Geheifs einer wohlthätigen Gottheit uns die Natur darbietet. Um den Wünschen dieser Leser mehr zu entsprechen, habe ich mich bemüht, jedesmal, wenn die Gelegenheit sich dazu darbot, eine Vorstellung von der Benutzung zu geben, wozu die Fossilien tauglich sind, und von den Verfahrungsarten, deren die Künste sich bedienen, um uns die Vortheile, welche diese Körper in sich einschliefsen, zu gewähren.

Wir kehren zu der Methode zurück, die ich für die Klassification der Fossilien gewählt habe. Ich nahm mir von Anfang an vor, ihren Gang so viel als möglich, den Resultaten der Chemie gemäfs, zu lenken. Und in der That, wo sollte man Aehnlichkeiten finden, die zur genauen Verbindung der Mineralkörper unter einander schicklicher wären, als die, welche sich

auf den Gehalt eines und desselben Bestandtheiles gründen? wo sollte man noch schärfere Unterschiede zwischen denselben Körpern entdecken, als die, welche von den einem jeden unter ihnen eigenthümlichen Grundstoffen entlehnt sind? Nun heifst ferner, die Körper eines und desselben Naturreiches klassificiren, eine durchgeführte Vergleichung nach den Aehnlichkeiten, welche sie verketten, und nach den Verschiedenheiten, wodurch sie getrennt werden, unter ihnen aufstellen. g) Diese Vergleichung wird nun am genauesten und zugleich möglichst natürlich seyn, es wird der Willkühr dabei am wenigsten überlassen bleiben, wenn wir bei ihr eine solche Rücksicht nehmen, welche uns die innerste Zusammensetzung und das Wesen jeder Substanz angiebt, und uns lehrt, was sie an sich selbst ist. Hiermit wird man weit mehr leisten, als durch die Angabe der äufseren Verhältnisse, oder höchstens der äufseren Wirkungen der Substanzen.

Ehe wir weiter gehen, wollen wir bemerken, dafs im gegenwärtigen Falle zwei Probleme zu lösen sind. Das erste besteht darin, die Substanzen, welche das System umfassen mufs, sammt und sonders so einzutheilen und in Unterabtheilungen zu bringen, dafs jede darin an ihrem richtigen Platze steht. Dies nennt man eben klassificiren. Das zweite hat zum Gegenstande, leichte und bequeme Mittel anzugeben, um

g) Hier fehlt noch die dritte Aufgabe, welche beim Klassificiren zu lösen ist, ich meine: die Unterordnung.

K.

jede Substanz so zu charakterisiren, daſs man sie überall, wo sie sich findet, erkennen und im Systeme den ihr angewiesenen Platz auffinden könne. Hier haben wir es vor der Hand nur mit der Lösung des ersten dieser Probleme zu thun.

Wir wollen nun sehen, welche Hülfsmittel uns der gegenwärtige Zustand der Wissenschaft darbietet, um zur Auflösung dieses Problems zu gelangen. Unter Fossilien, welche in den gewöhnlichen Systemen die Klasse der Erden und Steine ausmachen, giebt es mehrere, in denen die Zerlegung die Gegenwart einer Säure, mit einer Erde verbunden, dargethan hat. Dahin gehört die kohlengesäuerte Kalkerde der neueren Chemiker, die fluſsgesäuerte Kalkerde, der schwefelgesäuerte Baryt u. s. w. In andern Substanzen, wie im Smaragd, Topas, Granat, Turmalin u. s. w. haben sich bloſse Erden in Verbindung mit einander und zuweilen mit einem Alkali gezeigt. Wir wollen diese letzteren Substanzen einen Augenblick bei Seite setzen, um uns bloſs mit denen zu beschäftigen, die eine Säure in ihrer Mischung haben.

Hier kam ein wichtiger Punkt in Rücksicht auf die Anordnung dieser Mischungen in Betracht. Die neueren Chemiker hatten beim Entwurf einer Uebersicht der Resultate jener groſsen Arbeit, wodurch die Wissenschaft eine gänzlich veränderte Gestalt erhalten hat, bei Rangirung der Reihe säurehaltiger Substanzen in Geschlechter und Gattungen die Säuren zur Charakterisirung der Geschlechter gewählt, und die Gattungen nach der Verschiedenheit der mit einer und

derselben Säure verbundenen salzfähigen Grundlagen (Basen) unterschieden. Diese Methode zu klassificiren schien bloſs durch den Gang ihrer Operationen veranlaſst zu seyn. Der Sauerstoff oder das säurende Prinzip, der gemeinschaftliche Erzeuger aller Säuren, wurde wegen dieser Art von Allgemeinheit die erste Substanz, auf deren Verbindung mit den verschiedenen säurefähigen Grundlagen man vor allem andern sah; so wurden ganz natürlicher Weise die Säuren, welche aus diesen Verbindungen entspringen, ihrerseits die Hauptbeziehungspunkte, auf welche man die Klassification der verschiedenen zusammengesetzteren Substanzen, wovon sie einen Bestandtheil ausmachen, zurückbrachte. Die Wirksamkeit und Energie dieser Stoffe, welche ein so starkes Bestreben hatten, sich mit den Erden, Alkalien und Metalloxyden zu verbinden, und in den Verbindungen, worin sie aufgenommen werden, gleichsam den Herrn zu spielen scheinen, gaben einen neuen Grund ab, ihnen in eben diesen Verbindungen, woran sie den hauptsächlichsten Antheil hatten, die erste Stelle anzuweisen. Aber der Mineraloge, dessen Zweck bloſs ist, die Resultate der chemischen Analyse auf die Arbeiten der Natur anzuwenden, sieht die Sachen aus einem andern Gesichtspunkte an, und findet sich nothwendig bewogen, die fixesten, unauflöslichsten Stoffe zu gemeinschaftlichen Bändern der verschiedenen Gattungen, welche zusammen Geschlechter bilden, zu erwählen.

Um diese Wahrheit in ihr völliges Licht zu setzen, nehme man nur, daſs unter den metallischen Substan-

zen, welche eine der grofsen Abtheilungen des Mineralreichs ausmachen, mehrere eine Säure in ihrer Mischung haben; woraus denn sogleich folgt, dafs, wenn man den Säuren den ersten Rang einräumt, man unvermeidlich in einem und demselben Geschlecht das eine mal das kohlengesäuerte Blei *h*) mit dem kohlengesäuerten Kalk *i*) und Baryt *k*), ein ander mal das schwefelgesäuerte Eisen *l*) mit dem schwefelgesäuerten Kalk und Talk, und so mehrere andere Dinge zusammenstellen müfste, um die Einheit der Geschlechter beizubehalten. Da man ferner die verbrennlichen Körper, welche oft einen Theil der Säuren ausmachen, eben so behandeln müfste, wie diese Säuren selbst: so würde man genöthiget seyn, das geschwefelte Eisen *m*), das geschwefelte Blei *n*), den geschwefelten Zink *o*) u. s. w. zusammen zu nehmen. Das ist noch nicht alles; der Sauerstoff, welcher die Ursache des Vorzugs seyn würde, den man den Säuren, die er erzeugt, zugestände, müfste ihn selbst mit noch mehrerem Grunde, in Rücksicht seiner Verbindungen mit den Metallen, die unter dem Namen: Metalloxyde, Metallkalke, bekannt sind, erhalten; man müfste also aus diesen ein einziges Geschlecht machen. Es wären zuletzt die gediege-

h) Weifs Bleierz. *K.*

i) Kalkstein, Kalkspath etc. *K.*

k) Witherit. *K.*

l) Eisenvitriol. *K.*

m) Schwefelkiefs. *K.*

n) Bleiglanz. *K.*

o) Blende. *K.*

nen Metalle noch übrig, denen ein Platz im System angewiesen werden müßte, und es bliebe, wie mir scheint, nichts anders übrig, als daß man auch sie in ein einziges Geschlecht zusammenfaßte.

Die Gelehrten aber, welche bis dahin mineralogische Systeme bekannt machten, schlugen, selbst die Chemiker nicht ausgenommen, einen ganz andern Weg ein. Jedes Metall ward von ihnen als die Basis eines besonderen Geschlechtes betrachtet; und in dem Fall, wo dieses Metall isolirt vorkam, im Zustande eines gediegenen Metalls, machte dasselbe die erste Gattung des Geschlechtes aus, und seine Verbindungen mit verschiedenen andern Stoffen gaben die übrigen Gattungen ab. So stellte man in dem Geschlecht des Kupfers als Gattungen nach einander auf: das Gediegene-Kupfer, das Kupferoxyd, das geschwefelte, das kohlengesäuerte, das salzgesäuerte Kupfer u. s. w. Mit einem Wort, die metallischen Substanzen haben so merkliche, und, wenn ich so sagen darf, so sprechende Charaktere, daß sie einstimmig als die fixen Punkte angenommen worden sind, um welche alle Verbindungen, in denen sie vorkommen, sich mit einander vereinigen.

Nun erforderte die Gleichförmigkeit des Systems, daß dieselbe Regel, welche man bei der Anordnung der metallischen Substanzen befolgt hatte, auch bei Eintheilung der durch die Verbindung einer Erde mit einer Säure erzeugten Substanzen gelten mußte, d. h. daß z. B. die Kalkerde als Basis eines Geschlechtes betrachtet werden mußte, worunter die Verbindungen dieser Erde mit der Kohlensäure, Phosphorsäure, Fluß-

spathsäure u. s. w. enthalten waren. Alle Theile einer gut eingerichteten Klassification müssen offenbar symmetrisch seyn, und ein System darf nicht nach zwei verschiedenen Eintheilungsgründen entworfen werden, sonst wäre es kein System mehr.

Wenn aber die natürliche Ordnung vorschrieb, die Geschlechter nach dem fixesten Bestandtheile jeder Mischung zu bestimmen, so hinderte doch nichts, von den Säuren in einer andern Hinsicht Gebrauch zu einem generelleren Eintheilungsgrunde zu machen, indem man von diesen Stoffen einen Klassencharacter entlehnte, welcher zur Vereinigung aller nicht metallischen Substanzen diente, davon sie einen Bestandtheil ausmachen; dann mufsten aber diejenigen von diesen Substanzen, welche den Namen Salze führen, mit andern, z. B. mit der kohlengesäuerten Kalkerde, der phosphorgesäuerten Kalkerde, der schwefelgesänerten Baryterde u. s. w., die man unter die Steine rangirt hatte, in eine und dieselbe Oberabtheilung verbunden werden. Diese Annäherung war schon durch den Uebertritt der schwefelgesäuerten Kalkerde oder des Gipses aus der Klasse der Steine in die der Salze gleichsam vorbereitet worden. Die von der Auflöslichkeit im Wasser und von dem Geschmack hergenommenen Kennzeichen, welche bei dieser Substanz so unmerklich sind, hatten beinahe die Grenzlinie zwischen den beiden Klassen verwischt; die Definition der Salze war unbestimmt und zweideutig geworden; und ich glaubte, dafs man Ordnung und Bestimmtheit in die Klasse der Körper, welche diesen Namen geführt hatten, wie-

der zurückbrächte, wenn man alle diejenigen unter sie aufnähme, welche eine Säure, verbunden mit einer Erde oder einem Alkali und bisweilen mit beiden zugleich, enthalten.. Alle diese Körper werden daher zusammen die erste Klasse bilden, d. i. die Klasse der säurehaltigen Substanzen (*substances acidifères*). Die metallischen Salze werde ich davon ausschliefsen, um sie unter die Metalle zu setzen; denn ich will stets vermeiden, die Geschlechter zu zerstückeln *p*). Diese Klasse wird in drei Ordnungen eingetheilt werden, davon die erste die erdigen säurehaltigen Substanzen, die zweite die alkalischen und die dritte die alkalisch - erdigen säurehaltigen Substanzen begreifen wird.

Die zweite Klasse wird von den Substanzen gebildet werden, welche ich erdige nenne, d. h. von denen, die keine Säure unter den Erden, woraus sie gemischt sind, enthalten. Ich glaube nicht, dafs wir durch die Analyse über die Zahl und die Verhältnisse dieser Erden in jedem Theile der hier abzuhandelnden Körper schon hinlänglich unterrichtet seyn sollten, um diese Klasse in Geschlechter abzutheilen. Daher werde ich mich begnügen, die Reihe der Gattungen, welche sie in sich schliefst, aufzuführen, und, um die Glieder dieser Reihe zu ordnen, blofs auf die Analogien und Verschiedenheiten sehen, welche die bereits er-

p) Wenn aber die Säuren überhaupt das oberste Prinzip der Klassification abgeben sollen, so führt diese Ausnahme die allen Systemen eigene Inconsequenz ebenfalls bei sich.

K.

langten Kenntnisse itzt schon unter ihnen zu bemerken erlauben.

Wir wollen hoffen, daſs die Chemie der Mineralkörper, welche seit Cronstedt und Bergmann so ausgezeichnete Fortschritte gemacht hat, endlich einen Punkt der Vollkommenheit erreichen wird, wodurch diese Klasse und selbst gewisse Theile der folgenden Klassen mit der ersten gleiche Höhe erreichen kann. Wir haben seit mehreren Jahren die Entdeckungen rasch auf einander folgen sehen. Klaproth hat uns die Zirkonerde, das Uran, Titan und Tellur gegeben. Wir verdanken Vauquelin die Glycine und das Chromium. Die Zerlegungen, die hier gemacht wurden, wurden dort bestätiget, oder selbst vervollkommnet. Was kann die Wissenschaft bei diesem glücklichen Zusammentreffen nicht gewinnen! So scheinen Quellen, die Anfangs durch einen groſsen Abstand getrennt waren, sich gegenseitig zu suchen, um sich mit einander zu vereinen, und den Boden, den ihre befreundeten Wässer benetzen, gleichsam harmonisch zu befruchten.

Wenn aber die zweite Klasse noch einiges in Rücksicht auf die Regelmäſsigkeit des Ganzen zu wünschen übrig läſst: so darf ich mir schmeicheln, wenigstens etwas zu ihrer Vervollkommnung im Einzelnen, nicht nur durch eine genauere Vertheilung der Substanzen, welche die Gattungen ausmachen, sondern auch dadurch beigetragen zu haben, daſs ich mich sorgfältig hütete, diesen Ausdruck bei andern Substanzen, als bei denen anzuwenden, welchen er wirklich zukömmt, denen nämlich, die einen, der genaueren Bestimmung

fähigen Typus haben *q*). Hiedurch sind vom System ausgeschlossen und in einen besondern Anhang verwiesen die Thon- und Mergelarten und alle andere ähnliche Aggregate, die aus den von verschiedenen Gattungen gebliebenen Trümmern zusammengesetzt sind *r*), so dafs sie weder unter eine derselben, deren Gepräge sie etwa trügen, gebracht, noch auch als selbstständig und durch eigenthümliche Charactere ausgezeichnet betrachtet werden können.

In einer dritten Klasse begreife ich unter dem gemeinsamen Namen: verbrennliche Substanzen, die verschiedenen nicht metallischen, der Verbrennung fähigen Körper, wie den Diamant, den Schwefel und die gewöhnlich sogenannten Erdharze. Einige unter diesen Naturkörpern haben bisher den Versuchen, die man gemacht hat, sie zu analysiren, widerstanden, die übrigen entbinden durch die Destillation oder durch andere Behandlungen verschiedene Grundstoffe, die zu ihrer Mischung gehörten. Diese Verschiedenheit leitet natürlicherweise auf die Unterabtheilung dieser Klasse in zwei, durch die Benennung einfacher und zu-

q) So sind der Beryll und Smaragd in eine einzige Gattung rangirt; der Zeolith dagegen ist in vier verschiedene Gattungen abgetheilt; der Strahlstein der deutschen Mineralogen bildet zwei von einander sehr verschiedene u. s. w.

r) Dies ist eine unerwiesene Voraussetzung, und hierin steht die Hauysche Methode gegen die Wernersche Art zu charakterisiren zurück, welche auch bei den unkrystallisirten Fossilien bekanntlich Anwendung findet. K.

sammengesetzter brennlicher Substanzen von einander unterschiedener Ordnungen.

Es bleiben nun noch die metallischen Substanzen übrig, welche zusammengenommen die vierte Klasse ausmachen. Sie zerfällt in eben so viel Geschlechter, als es Metalle giebt. Unter jedem dieser Geschlechter werden sich als Gattungen finden: das gediegene Metall, wenn es existirt; dann die Verbindungen desselben, es sey mit einem andern Metall, mit dem Sauerstoff, brennlichen Körpern oder den Säuren. Was die Ordnungen betrifft, in welche diese Klasse zerfällt, so habe ich deren drei nach Bergmann's Beispiel gemacht, welcher die Charaktere derselben von den Umständen herleitete, die ihre Oxydation und Reduction bestimmen, und daher in die erste Ordnung diejenigen setzte, welche durch die Hitze gar nicht oxydirbar sind, sondern bloſs reducirbar; in die zweite diejenigen, welche sich, wenn man sie erhitzt, oxydiren, in einer stärkeren Hitze aber sich wiederherstellen; und in die dritte diejenigen, welche durch die Hitze oxydirt, aber nicht reducirt werden können s).

s) Da die Rücksichten, auf welche bei den Abtheilungen und Unterabtheilungen der chemischen Systeme gesehen wird, die innern Eigenschaften und die Mischung der Körper betreffen: so kann es Anfangs scheinen, daſs diese Systeme zum Behuf der Klassification bis auf einen gewissen Punkt denen nachstehen müſsten, welche sich der äuſseren und gewissermaſsen mehr zugänglichen Kennzeichen bedienen. Ich habe dies, wenigstens in Rücksicht der Hauptabtheilungen, durch Kennzeichen, die sich leicht prüfen lassen, zu ersetzen gesucht. Uebrigens glaubte ich nicht, daſs die eben gedachte

Die Wahl einer auf die Resultate der chemischen Zerlegung gegründeten Methode bewog mich natürlich, überall, wo es möglich war, die neue chemische Nomenclatur anzunehmen, zumal sie durch die wahrhaft mahlerischen Namen, welche den Begriff der Dinge, die sie bezeichnen, genau ausdrücken, ungemein geschickt ist, das Studium der Wissenschaft zu erleichtern; aber die Art, wie meine Geschlechter gebildet sind, erfordert eine unbedeutende Inversion bei den Benennungen, weil das erste Wort das Geschlecht, und das zweite den generischen Unterschied angeben mufste. Daher mufste ich den Namen *fluate de chaud*, *sulfate de baryte*, *sulfate de fer* u. s. w., die Namen *chaud fluatée*, *baryte sulfatée*, *fer sulfatée* u. s. w. substituiren *t*).

Betrachtung den Vortheil aufwiegen könnte, eine in dem Wesen der Gegenstände, welche sie begreift, selbst gegründete, zugleich mehr symmetrische, und zur Befriedigung des Geistes, und um Ordnung und Zusammenhang in die Vorstellungen zu bringen, geschicktere Anordnung zu treffen. Und was noch einen Grund mehr abgiebt, die letztere vorzuziehen, ist, dafs die Zahl der mineralogischen Gattungen ziemlich unbeträchtlich, und derHauptzweck schon erfüllt ist, sobald sie einmal genau in Grenzen gebracht sind. Denn dann kann man leicht mit ein wenig Uebung so viel Kenntnisse erlangen, dafs man bei der Bestimmung eines zum erstenmal vorkommenden Fossils nur etwa zwischen zwei oder drei Gattungen zu entscheiden hat; nun probirt man der Reihe nach die Kennzeichen, wodurch sich jedes derselben auszeichnet, bis man diejenigen trifft, welche auf das Mineral so passen, dafs alle Ungewifsheit aufhört.

t) Bergman, dessen Blick sehr richtig war, und der ebenfalls die fixen Bestandtheile zu der Grundlage seiner Ge-

Allein es ist offenbar, dafs diese letzteren Benennungen im Wesentlichen an der eingeführten Sprache nichts ändern, dafs sie nicht mehr Gedächtnifs erfordern, und dafs sie dem Geiste dieselben Bilder mit denselben Zügen darstellen; die Mineralogie thut hier nichts weiter, als dafs sie von der Zeichnung, deren Umrisse der Chemiker gemacht hat, den Gegenrifs nimmt *u*).

Ich habe mir die Schwierigkeiten nicht verhehlt, die man meiner Methode entgegensetzen könnte, allein die gröfsten schienen mir aus dem unvollkommnen Zustande zu entspringen, in welchem sich die Chemie in Bezug auf die Zerlegung eines Theils der Mineralien noch befindet. Ich kann z. B. nicht vorhersehen, auf welche schickliche Art man die neuen Geschlechter, welche künftige Entdeckungen in der Reihe der erdigen Substanzen erheischen werden, wird fest-

schlechter annahm, nannte *chaux fluorée*, *chaux aërée* (*calx fluorica*, *aërata*) u. s. w., was wir *chaux fluatée*, *chaux carbonatée* u. s. w. nennen.

u) Hiemit bin ich ganz einverstanden, in sofern man überhaupt diese Terminologie den *nominibus propriis* vorzieht, welche doch durch ihre Kürze und Originalität viel Empfehlenswerthes haben. Der Genius der deutschen Sprache erfordert übrigens eine gänzliche Wiederherstellung der strengen chemischen Nomenclatur, weil wir gewohnt sind, mit dem Geschlechtsworte zu enden, und den generischen Unterschied durch ein voranzusetzendes Adjectiv anzudeuten. Daher wird der Leser in der Folge z. B. *chaux fluatée* durch flufsgesäuerten Kalk, *fer sulfatée* durch schwefelgesäuertes Eisen etc. übersetzt finden. *K.*

setzen und benennen können. Ich schlage die Methode vor, die mir beim gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft von Mängeln am freiesten zu seyn scheint; ich benutze, was geleistet ist, ohne durch vorzeitige Sorge dem, was noch zu leisten übrig ist, vorgreifen zu wollen; mit einem Wort, ich halte mich an die von der Erfahrung gesetzten Schranken, und erwarte, dafs jene von selbst diese wegrücken wird.

Es war mir aber nicht genug, dafs ich mich bemüht hatte, in den Plan des Systems alle die Regelmäfsigkeit und Richtigkeit zu bringen, welche die erlangten Kenntnisse zuliefsen; ich mufste auch diesen Plan zu erweitern streben, indem ich die gröfstmögliche Anzahl von Gattungen aufnahm, und zu diesem Endzweck die neueren Entdeckungen, welche die Mineralogie bereichert haben, benutzte. Ich statte hier den auswärtigen Gelehrten meinen Dank ab, denen ich für das seltnere, was meine Sammlung enthält, verpflichtet bin, und insbesondere den Herren Abildgaard, Manthey, Karsten, Neergaard, Esmark, dem Baron von Moll, Codon und Hoffmann-Bang. Mehreren unter ihnen verdanke ich auch noch interessante Beobachtungen, die ihren Geschenken einen noch höheren Werth gegeben haben. Nichts bestätiget das besser, was so oft von den auf der Oberfläche der Erde zerstreueten Gelehrten gesagt worden ist, dafs sie alle nur eine einzige Familie ausmachten, als dieses Austheilen der Reichthümer, wodurch die Entfernung der Länder, die sie bewohnen, verschwindet, und diese Mittheilung von

Kenntnissen, durch welche sie einander unaufhörlich gegenwärtig bleiben.

Alles, was bisher gesagt worden ist, betrifft die Lösung des ersten der beiden Probleme, wovon ich gesprochen habe, und dessen Gegenstand die Klassification der Körper ist. Nun erfordert die chemische Analyse, deren Angaben zur Erreichung dieses Zweckes so vortheilhaft sind, oft lange und schwierige Operationen, und würde schon um deswillen beschwerlich werden, wenn man allemal zu ihr seine Zuflucht nehmen müſste, um das zweite Problem aufzulösen, d. h. um die Substanzen zu erkennen; und hier tritt wieder der Gebrauch der Kennzeichen ein, welche leichter darzulegen, auch bequemer und schneller aufzufinden sind, und wodurch sich also die bereits klassificirten Mineralien kenntlich machen.

Man ist indessen heut zu Tage, was die Lösungen dieses Problems betrifft, darüber allgemein einverstanden, daſs die bloſse Beschreibung der Mineralien vermittelst ihrer äuſseren Kennzeichen alles enthält, was zu ihrer Unterscheidung von einander erforderlich ist. Nichts hat der Methode, die vorzugsweise von den äuſseren Kennzeichen Anwendung macht, im ganzen gelehrten Europa mehr Eingang verschafft, als die Vollkommenheit, bis auf welche sie unter Werner's Händen gestiegen ist. Dieser berühmte Gelehrte hat sie in ein vollständiges System gebracht v), worin al-

v) Man sehe seine Schrift von den äuſseren Kennzeichen der Fossilien, ins Französische übersetzt von Madame Pi-

les, was von einem Mineral unsere Sinne zu afficiren im Stande ist, alles, was es in seinen mannichfaltigen Eigenschaften für dieselben empfängliches giebt, mit Sorgfalt angegeben ist, worin alle die verschiedenen Merkmahle, an denen ein aufmerksamer Beobachter sie erkennen kann, durch eben so viel eigne Ausdrücke bezeichnet sind, welche sich wie von selbst an einander reihen, und das Gemälde einer jeden Gattung liefern.

Diese Vereinigung aller Stimmen zu Gunsten des Systems, wovon ich eben gesprochen habe, diese grofse Hochachtung, die es seinem Urheber so gerecht verschaft hat, waren kräftige Beweggründe für mich, mich nicht von der Bahn, welche er gebrochen hat, zu entfernen. Der Plan aber, nach welchem ich bei der Klassification zu Werke ging, bewog mich, weil ich nur eigentliche, einer strengen Bestimmung fähige Gattungen annehme, bei Festsetzung ihrer Unterscheidungs-

CARDET; ferner folgendes Werk: *Tabulae synopticae terminorum systematis oryctognostici Werneriani, a Gregorio Wad, Hafniae* 1798; die Principes de Minéralogie von BERTHOUT und von STRUVE, und die Tabellen, die sich an BROCHANT's Traité de Minéralogie befinden *).

*) Das Original der erwähnten Schrift des Herrn WERNER ward bekanntlich schon 1774 zu Leipzig gedruckt; die französische Uebersetzung aber 1790 zu Dijon mit guten Zusätzen und Verbesserungen bereichert. Die STRUVEsche Abhandlung führt den Titel: *Methode analytique des Fossiles, fondée sur leurs caratères extérieurs, à Lausanne* 1797. Von BROCHANT's Mineralogie erschien der erste Theil 1801 zu Paris. K.

dungskennzeichen das zu benutzen, was ihnen am beständigsten, am allgemeinsten zukömmt, und mit der Beschaffenheit ihrer integrirenden Moleküls am genauesten verbunden ist; und ich fühlte mich verpflichtet, mit den festen Prinzipien, die ich in Bezug auf das Ganze der Wissenschaft angenommen hatte, auch die Methode des Studiums ihrer einzelnen Theile in Uebereinstimmung zu bringen.

Ich will hier ganz kurz das Raisonnement auseinandersetzen, welches mich bei der Art, wie ich diese Methode entwarf, geleitet hat. „Das Gemälde von einer Gattung, sagte ich zu mir selbst, mufs angeben: 1) eine Summe von Kennzeichen, vermittelst deren ein Beobachter sich versichert halten kann, dafs ein Mineral, welches er kennen lernen will, dieser Gattung zugehört; 2) die Reihe der Varietäten, in welche die Gattung zerfällt.

„Da nun die generischen Kennzeichen gleichsam die fixen Punkte sind, von welchen die Kenntnisse, welche sich auf die Gattung beziehen, ausgehen, so werde ich die Farben davon ausschliefsen, wenigstens wenn von einer erdigen oder säurehaltigen Substanz die Rede ist, weil dies veränderliche, vorübergehende und dem Character der Gattung, welcher bei dem integrirenden Molekül anzutreffen ist, fremdartige Modificationen sind.

„Ich werde indefs das specifische Gewicht, wie die Erfahrung solches in Zahlen ausdrückt, unter diesen Kennzeichen angeben *w*). Ich werde die Härte an-

w) Da das eigenthümliche Gewicht der Körper von ihrer Dichtigkeit, und diese von der Attraktion der Bestand-

zeigen, geschätzt nach dem Vermögen, das der Körper besitzt, einen andern bekannten, der zur Vergleichung dienen soll, zu reitzen *x*). Ich werde auch die Eigenschaft nicht außer Acht lassen, die sich aus der einfachen oder doppelten Strahlenbrechung ergiebt, weil sie in dem Wesen der Substanzen gegründet ist; wiewohl sie nur selten bemerkt werden kann, wenn diese Substanzen sich in ihrem natürlichen Zustande befinden *y*). Bisweilen wird der Glanz angegeben werden, nicht in Rücksicht seiner größeren oder geringeren Stärke, weil er in dieser Rücksicht durch zufällige Umstände zu leicht Veränderungen erleidet, sondern in Bezug auf ein gewisses Ansehen, welches durch die Wirkung eben dieser Ursachen nicht so leicht entstellt werden kann, und z. B. in diesem Mineral fettig, in jenem andern perlmutterartig u. s. w. ist *z*).

theile herrührt, so ist klar, daſs dieses Kennzeichen eins der wesentlichsten von allen seyn muſs. *K.*

x) Auf die angegebene Weise läſst sich allerdings die Stuffenfolge der Härte finden, worüber schon Tabellen, z. B. in Kirwan's Mineralogie vorkommen; allein Herrn Werner's Methode scheint mir hierin doch vorzüglicher, weil sie dem Gedächtniſs nur vier Abtheilungen, die dennoch begrenzt sind, darbietet, und in der Anwendung bequemer ist. *K.*

y) Die geschickte Benutzung dieses Kennzeichens ist Herrn Haüy insbesondere eigenthümlich, und durch seinen unermüdeten Fleiſs wird sie nicht wenig fruchtbar. *K.*

z) Ich gebe zu, daſs die Stärke des Glanzes nicht so entscheidend ist, als die Art desselben; deshalb müſste man doch aber jenes Kennzeichen nicht ganz verwerfen. Wie oft

Es können auch noch besondere Kennzeichen, nach Umständen, den vorhergehenden hinzugefügt werden, wie z. B. die mittelst der Wärme hervorgelockte Electricität oder die Phosphorescenz durch Einwirkung des Feuers.

„Ich werde mich vorzüglich befleiſsigen, den Charakter genau anzugeben, welcher sich aus der mechanischen Theilung eines Minerals ergiebt, und mich nicht darauf beschränken, im Allgemeinen anzuzeigen, ob sie in einer, zwei oder drei Richtungen statt hat, sondern ich werde den Werth der Winkel angeben, welche die Blätter vermöge ihrer verschiedenen Richtung mit einander bilden; und da dieser Durchgang der Blätter gleichsam die ersten Data liefert, wodurch man zur genauen Bestimmung der Kerngestalt, oder auch des integrirenden Moleküls gelanget: so werde ich auch diese Formen angeben müssen, deren Kenntniſs so wichtig ist, um sich von der Gattung eine richtige Vorstellung zu machen.

„Endlich werde ich in denselben Entwurf auch die Kennzeichen mit aufnehmen, deren Bekräftigung den Reagentien vorbehalten ist, welche, wie die Säuren und der Wärmestoff, einen kleinen Theil der Substanz umändern, uns aber die Kenntniſs des Ganzen erleichtern.

„Dies war es, was die Gattung im allgemeinen betraf. Es wird nun davon die Rede seyn, wie sie

erhält der schönste Bergkrystall von deutlichem Glasglanz nicht durch fortdauerndes ungeschicktes Betasten Fettglanz.

K.

weiter abzutheilen ist, und um dies zu thun, werde ich zuerst die Varietäten in Erwägung ziehen, welche die Formen betreffen, da diese am meisten Aufmerksamkeit verdienen. Jede von ihnen wird ihre eigenthümliche Benennung und Definition erhalten; und wenn diese Gestalt das Produkt einer regelmäſsigen Krystallisation ist, so werde ich sie durch eine Abbreviatur bezeichnen *a*), welche aus Buchstaben und Exponenten besteht, die die Gesetze der Decrescenzen (*lois de décroissements*) ausdrücken, woraus sie entspringt; dies, verbunden mit einer genauen Zeichnung, wird die allerbeste Beschreibung geben. Ich werde auch die Neigung ihrer Flächen gegen einander hinzufügen, die ich durch theoretischen Calcul bestimme, und worin eigentlich das Gepräge der Gattung liegt, welches ein ihr angehöriger Krystall an sich trägt.

„Endlich werden die Abänderungen, die sich auf Farben, auf Durchsichtigkeit oder Undurchsichtigkeit beziehen, auch ihres Orts angegeben werden, und gleichsam die letzten Schattirungen des Gemähldes ausmachen."

So wird ein specifisches Gewicht, welches dreimal so groſs, als das des Wassers ist, eine Härte, welche höchstens der Härte solcher Körper gleich kömmt, die das Glas etwas ritzen, ein Durchgang der Blätter, welcher den Seiten - und Grundflächen eines regulären

a) In den allgemeinen Betrachtungen werde ich die Methode, diese Zeichen zu schreiben, anseinandersetzen, und ich hoffe, daſs man sie einfach und leicht verständlich finden wird.

sechsseitigen Prisma's parallel geht, die Eigenschaft, von der Salpetersäure ohne Aufbrausen aufgelöset zu werden, leicht zu erkennen geben, daſs ein Krystall, der diese Eigenschaften besitzt, zur Gattung des phosphorgesäuerten Kalkes (des Apatits) gehört; und wenn es ein reguläres sechsseitiges Prisma ist, das sich mit sechsseitigen Pyramiden endigt, deren Flächen sich gegen die Seitenflächen etwa mit 129 Grad neigen *b*): so wird dieser besondere Character die Varietät anzeigen, welche ich pyramidalisirten phosphorgesäuerten Kalk (*chaux phosphatée pyramidée*) nenne. So wird der Schluſs, welchen man schon aus dem generischen Charakter herleitete, in Rücksicht auf die Natur des beobachteten Krystalls dann noch eine um so gröſsere Evidenz erhalten, da dieser Werth von 129° allein schon hinreicht, die ursprüngliche Form des phosphorgesäuerten Kalkes anzuzeigen; denn die analogen Flächen sind bei Krystallen, die zu andern Gattungen *c*) desselben Geschlechts gehören, ganz davon verschieden inclinirt. Wenn der nehmliche Krystall durchsichtig, und orangefarbig ist, wie man ihn in Spanien findet *d*), so wird die Angabe dieser Zufälligkeiten seine Benennung vollständig machen, und der Beob-

b) Noch strenger: 129° 13′.

c) Zum Quarz, dem kohlengesäuerten Baryt, dem phosphorgesäuerten Blei.

d) Ich habe die mehresten Krystalle dieser Gattung aus Spanien weingelb oder spargelgrün gefunden (daher der Wernersche Name: Spargelstein) wenigstens bei den durchsichtigeren Varietäten. Dies ist aber vielleicht einem Zufalle zuzuschreiben. *K.*

achter wird ihn in seiner Sammlung mit dieser nach dem Gemählde der Gattung entworfenen Inschrift aufstellen können: durchsichtiger, orangegelber, pyramidalisirter phosphorgesäuerter Kalk.

Es sey aber kein Krystall, es sey eine unförmliche Masse, worin der geometrische Typus der Gattung verlöscht ist, und dessen Ansehen dem Beobachter Zweifel lassen könnte, ob das, was er sieht, nicht ein grober, unserm Baustein (*pierre à bâtir*) ähnlicher kohlengesäuerter Kalk sey. Er wird aus seiner Ungewiſsheit gerissen werden, wenn er ein kleines Stück von dieser Masse in Salpetersäure wirft, und eine langsame und ruhige, oder wenigstens nur mit einem geringen Aufbrausen begleitete Auflösung erhält, oder wenn er etwas davon fein gerieben auf eine glühende Kohle wirft, und in demselben Augenblick ein schönes phosphorisches Licht sich entwickeln sieht. An diesen Kennzeichen wird er erkennen, daſs es ebenfalls ein phosphorgesäuerter Kalk ist; und wenn er nun in der Uebersicht dieser Substanz die unbestimmbaren Formen durchläuft, so wird er finden, daſs der Name, welchen er dem Körper, den er unter den Händen hat, geben muſs, weiſslich-erdiger phosphorgesäuerter Kalk ist *e*).

e) Der Verfasser versteht hierunter ohne Zweifel das Fossil, welches in meinen Tabellen, S. 36. Lit. b, unter dem Namen: gemeiner Apatit, aufgeführt worden ist, das man zu Logrosan in Spanien bricht. Es wäre doch möglich, daſs das Stück, welches bestimmt werden sollte, durchaus nicht der chemischen oder physischen Prüfung (wodurch

Nur eine Bemerkung will ich noch hinzufügen. Man sieht leicht ein, dafs ein Anfänger, der, die Stücke in der Hand, ein auf die äufseren Kennzeichen gegründetes System studirt, es dahin bringen kann, dafs er alle andere Stücke, die sich ihm von demselben Ansehen zeigen, erkennt. Das kommt aber daher, weil er durch das System geübt worden ist, die Gegenstände mit den Augen und dem Gefühle zu untersuchen, diese Gewohnheit in ihm einen Eindruck erzeugt hat, welcher bei ihrer Gegenwart wieder erwacht, und wovon er den Grund, mit Hülfe der Sprache deutlich zu entwickeln, sehr in Verlegenheit seyn würde. Eine ähnliche Uebung wird bei dem, der von Anfange an auf genauere Kennzeichen gesehen hat, eine ähnliche Wirkung hervorbringen; der Gegenstand, den er einmal bestimmt und aufmerksam betrachtet hat, darf nur wieder vorkommen, so wirkt er stark genug auf seine Organe, und überhebt ihn der Mühe, zu dem Versuche oder zum Gebrauche des Instruments wieder zurückzukehren, wenigstens wenn er mit ihm vertraut geblieben ist. Allein es verberge nun ein unbekannter Gegenstand seine innere Zusammensetzung unter einem ganz verschiedenen Gewande, so wird der Schüler, der gewohnt

das Individuum zerstört werden würde) unterworfen werden dürfte. Hier treten die äufseren Kennzeichen der Wernerschen Schule in ihre Rechte ein. Die schneeweifse Farbe auf frischem Bruche, eine ganz flach nierförmige äufsere Gestalt, der Bruch, welcher aus dem strahligen (mit abnehmendem Glanze) bis ins groberdige übergeht, und die abgesonderten Stücke — charakterisiren dieses Fossil hinlänglich. *K*

ist, sich durch eine bloſs beschreibende Methode leiten zu lassen, welche in den Kreis der Dinge eingeschränkt ist, die sein Autor vor Augen hatte, sich verlassen fühlen, während der andere mit Hülfe seiner ersten Mittel sich durch einen falschen Anschein nicht wird irre führen lassen; und dies ist ein neuer Beweis des Vorzugs dieser Kennzeichen, welche der Natur der Substanzen am nächsten liegen, und dieselben an der Stelle fassen, wo sie dem Beobachter am wenigsten entgehen können, und welche mithin einen viel gröſseren Umfang und den doppelten Nutzen haben, sich an die bereits erlangten Kenntnisse anschlieſsen, und denen gleichsam vorausgehen zu können, welche man in der Folge erlangen wird *f*).

Nach Aufführung der Kennzeichen, deren Summe die Gattung bezeichnet, und der Reihe der Varietäten, in welche die Gattung zerfällt, habe ich noch Bemerkungen angehängt, die gleichsam die Geschichte derselben enthalten. Man wird darin ihre vorzüglichsten Geburtsorte, Lagerstätte und die Substanzen, welche sie am gewöhnlichsten begleiten, angezeigt finden. Ich erzähle ferner die verschiedenen Meinungen, welche man über die Natur des Minerals, welches eine

f) Es wäre zu wünschen, daſs man sich damit beschäftigte, den chemischen und physischen Kennzeichen, die wir schon kennen, noch neue, die sich einfach und leicht prüfen lassen, beizufügen. Ich habe mehrere dergleichen aufgefunden, die ich in dieser Schrift angeben werde, und ich bin überzeugt, daſs man durch fortgesetzte Untersuchungen die Zahl derselben merklich würde vermehren können.

solche Gattung ausmacht, gehegt hat, und ich hielt es nicht für unnütz, so oft ich Gelegenheit dazu hatte, das anzugeben, was die ersten Beobachter getäuscht zu haben schiene, und wie der Uebergang vom Irrthum zur Wahrheit erfolgt sey. Hier wird natürlicher Weise auch die Erklärung der besonderen Erscheinungen ihren Platz finden, welche das Mineral zu zeigen im Stande ist, im Fall es irgend eine merkwürdige Eigenschaft hat. Dafs ich auch den Gebrauch, welcher in den mechanischen Künsten und in der Heilkunde davon gemacht wird, nicht übergangen habe, wird man mir um so mehr Dank wissen, da ein grofser Theil der Notizen, die den ersten dieser Gegenstände betreffen, mir vom Bürger Chaptal mitgetheilt worden ist, und ich dem Bürger Hallé diejenigen, welche den zweiten angehen, verdanke.

Der Gesichtspunkt, aus welchem ich die Mineralogie in diesem Lehrbuche betrachtet habe, forderte, dafs der Leser zum Studium des Systems durch eine Entwickelung der Kenntnisse, welche den Plan desselben anzugeben gedient haben, vorbereitet würde. Ich habe alle Sorgfalt angewendet, dies in einer Reihe von Abschnitten zu thun, worin ich die Grundsätze entwickele, welche den Eintritt in die Wissenschaft zu erhellen geschickt sind. Ich habe darin auf zweierlei Weise die Theorie der Gesetze dargelegt, welchen die Struktur der Krystalle unterworfen ist, theils durch blofses Raisonnement mit Beihülfe von Figuren, die dem Auge den Mechanismus dieser Struktur anschaulich machen, theils in einem besonderen Abschnitte

vermittelst der mathematischen Analyse, wodurch die Resultate alle die Allgemeingültigkeit erhielten, welche der Gegenstand mit sich bringt *g*).

Ich kann hier übrigens auch das nicht mit Stillschweigen übergehen, was ich den einsichtsvollen und emsigen Bemühungen derer verdanke, welche die zu der Krystallographie und zu den Theorien, worauf die Mineralogie sich stützt, gehörigen Zeichnungen entworfen haben. Den Plan zu dieser grofsen Arbeit hat Bürger Brochant, einer unserer Markscheider (*ingénieur des mines*), entworfen, und auch auszuführen angefangen. Mehrere andere Markscheider und Eleven haben sich in das, was zu thun übrig war, getheilt. Bürger Tremery, welchem unter andern alle vom Calcul, den er völlig inne hat, abhängige Projectionen angehören, hat auf ihre Ausführung alle die Einsicht und Richtigkeit verwendet, die so nöthig sind,

g) Ich bin weit entfernt zu glauben, dafs die zahlreichen Anwendungen, welche ich von dieser Theorie auf die Krystalle gemacht habe, die ich zu beobachten Gelegenheit hatte, alle einen gleichen Grad von Genauigkeit haben sollten. Die Schwierigkeit, in mehreren dieser Krystalle die wahre Richtung des natürlichen Gefüges zu erkennen, die Kleinheit anderer, die Unvollkommenheiten, wodurch sich bei denen von einer merklicheren Gröfse die Lage der Flächen änderte; — alles dies sind eben so viel Ursachen der Unsicherheit, welche auf die Lösung der Probleme Einflufs haben mufsten. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs in der Folge unter günstigeren Umständen angestellte Beobachtungen mehrere von den Datis, von welchen ich ausgegangen bin, berichtigen, und die Resultate der Berechnung in genauere Uebereinstimmung mit den Resultaten der Natur setzen werden.

damit das Auge mit Leichtigkeit die Lagen der verschiedenen Linien gegen einander auffassen kann, welche zur Construktion des Ganzen gehören. Die Bürger Cordier, Lefroy, Gallois, Houry, Depuch, Cressac, Ducros und Hericart haben ebenfalls Beweise ihres Eifers und Talents durch die Zeichnung der Figuren, welche sich auf die verschiedenen Klassen der Mineralien beziehen, abgelegt. Dahin rechne ich auch die Sorgfalt, womit sie in Rücksicht auf den Kern (*noyau*), der immer dieselbe Lage hat, die verschiedenen secundären Formen, welche eben so viel Abänderungen bilden, dargestellt und bewirkt haben, daſs man, wie mit einem Blick, die Verhältnisse gewahr wird, in denen diese Formen sowohl unter sich als mit ihrem gemeinschaftlichen Kern stehen; dies ist eine Art von zeichnender Darstellung der Gesetze, auf denen die Struktur beruht. Unser Bergwerks-Institut (*Ecole des Mines*) hat mir in Rücksicht auf das Wesentliche meiner Arbeit selbst einen andern sehr wichtigen Dienst geleistet. Ich hatte mich Anfangs, da ich mehrere Jahre hindurch isolirt und auf meine eigene Kräfte allein beschränkt war, in der Einsamkeit mit der Anordnung der zu dieser Arbeit gehörigen Materialien, mit theoretischer Bestimmung und Beobachtung aller krystallinischer Formen, die ich mir verschaffen konnte, beschäftiget, war bis zu den Ursachen der interessantesten Erscheinungen, welche die Mineralien darbieten, zurückgegangen, hatte von den Eigenschaften dieser Körper, die zu ihrer Unterscheidung geschickten Charactere entlehnt, alles, was

auf ihre Geschichte Bezug hatte, gesammelt u. dergl. m.; ich hatte sogar schon die Grundlinien ihrer systematischen Anordnung ziemlich auf die Art, wie ich sie hier darlege, gezogen. Aber unter diesem Zusammenflufs von verwickelten Untersuchungen, welche auf so vielerlei Gegenstände gerichtet sind, giebt es immer einige, welche noch Zweifel zu lösen übrig lassen; es giebt immer einzelne Objekte, die uns entgehen oder unvollkommen bleiben. Dies wird schon genug seyn, um den Vortheil zu ermessen, welcher mir dadurch zu Theil geworden ist, dafs ich mich seitdem mit den Bürgern Gillet, Lelièvre, Lefebvre, Dolomieu, Alexander Brongniart, Vauquelin, Coquebert, Tonnellier an einer und derselben Anstalt angesetzt befinde, und durch die Unterhaltung mit ihnen, Nachrichten, oder was einerlei ist, Aufschlüsse erhalten konnte. Mehrere wichtige Punkte sind in Privatzusammenkünften reiflich und ruhig besprochen worden; und wo die Empfindungen, welche aus der ächtesten, innigsten Freundschaft entspringen, in diese Gespräche sich mischen, da scheinen sie zu glücklicheren Reflexionen, zu Bemerkungen, die von der einen Seite besser entwickelt, von der andern besser aufgenommen werden, Veranlassung zu geben. Der Streit der Meinungen dient nur dazu, ihre Vereinigung und Harmonie vorzubereiten; und die Wahrheit, welche im gewöhnlichen Verkehr des Lebens mit der Freundschaft so vertraut ist, wird, selbst unter der Gestalt der Wissenschaft, noch inniger mit ihr vereinet.

Nachricht über die im vorliegenden Werke gebrauchte Synonymie und über einige andere einzelne Gegenstände.

Die Synonymien sind gleichsam die Punkte der Wiedervereinigung zwischen den verschiedenen Schriftstellern, welche über eine und dieselbe naturwissenschaftliche Disciplin schreiben. Ich fühlte, wie unerläſslich es für mich war, eine zu geben, besonders in einem Werke, worin man eine gewisse Anzahl neuer Benennungen finden wird, deren Gründe man in dem Abschnitt über die Nomenclatur der Mineralien angegeben findet. Die gröſste Schwierigkeit für mich war, mir die Namen zu verschaffen, welche in der deutschen Sprache denen entsprechen, wodurch wir die verschiedenen Gattungen der Mineralien bezeichnen. Herr Leopold von Buch, ein Mineraloge von sehr ausgezeichnetem Verdienst *h*), welcher sich einige Monate in Paris aufhielt, hatte die Güte, die Augenblicke, welche er im Kabinet des Bergwerks-Institut zubrachte, darauf zu verwenden, eine Anzahl von Probestücken auszusuchen, welche er nach dem Systeme und der Nomenclatur des berühmten Werner's rangirt und mit Etiketten versehen hat.

h) Ich darf zur Bestätigung dieses Lobes in oryktognostischer Hinsicht bloſs die Beobachtungen über den Kreuzstein, Leipzig 1794; und in geognostischer desselben Gelehrten Geognostische Beobachtungen auf Reisen durch Deutschland und Italien, 1ster Band, Berlin bei Haude und Spener 1802, anführen, seiner übrigen kleinen Schriften zu geschweigen. *K.*

Vorzüglich nützlich ist es mir auch in gleicher Hinsicht gewesen, dafs Bürger Brochant mir die Namen mittheilte, welche er in seinem sehr interessanten Werke gebraucht hat, wovon der erste Theil schon herausgekommen ist, und worin alle mineralischen Substanzen mit vieler Sorgfalt, den Grundsätzen des gelehrten Freibergischen Professors gemäfs, geordnet, benannt und beschrieben sind.

Ich füge hier das Verzeichnifs der vorzüglichsten Schriftsteller bei, die ich angeführt habe, mit Angabe der Ausgaben, deren ich mich bedient habe; wodurch ich der Wiederholung dieser Angaben in dem Werke selbst überhoben seyn werde.

Wallerius, Systema mineralogicum; Viennae, 1778.

De Born, Catalogue méthodique et raisonné de la collection des fossiles de Mademoiselle Eléonore de Raab; Vienne, 1790.

Romé de Lisle Crystallographie; Paris, 1783.

Werner, ausführliches und systematisches Verzeichnifs des Mineralienkabinets des verstorbenen Berghauptmanns Pabst von Ohain; Freiberg, 1791 und 1792.

Emmerling, Lehrbuch der Mineralogie; Giefsen, 1793 1797.

Manuel du Minéralogiste, ou Sciagraphie du règne minéral, par Bergman, traduite par le Cit. Mongez le jeune, avec des notes, qui renferment un grand nombre d'observations propres à faciliter l'étude des minéraux; nouvelle édition, considérablement augmentée par Lametherie; Paris, 1792. Dieses Werk wird unter dem Namen Sciagraphie citirt werden.

Karsten, mineralogische Tabellen; Berlin, 1800.

Daubenton, Tableau méthodique des minéraux, sixième édit.; Paris, an 7.

Brochant, Traité élémentaire de minéralogie; Paris, an 9.

Unter den Gattungsnamen, die ich für die erdigen Substanzen angenommen habe, werden die neugebildeten mit dem Buchstaben *m* oder *f* versehen werden, wodurch angezeigt werden soll, ob sie *generis masculini* oder *feminini* sind.

Die Figuren sind nach der Projectionsmethode entworfen worden, wobei der Standpunkt, aus dem sie gesehen werden, ins Unendliche entfernt angenommen worden ist. Die nicht unterbrochenen Linien stellen die Kanten vor, die an der Seite des Körpers liegen, welche gegen den Beobachter gekehrt ist, wenn er sie in der Stellung sieht, auf welche die Projection sich bezieht; und die punktirten Linien stellen die an der entgegengesetzten Seite liegenden Kanten vor, welche der Beobachter nur dann würde sehen können, wenn man den Körper für durchsichtig hält.

In den Figuren, die sich auf geometrische Construktionen beziehen, hat man die Diagonalen und andre auf den Flächen des Körpers gezogenen Linien durch Reihen getheilter Linien, die durch kleine leere Zwischenräume unterbrochen sind, dargestellt; man sehe *mr*, *cm*, *cr*, (Fig. 4) der IX. Taf. zum geometr. Theile, auch *bg*, *ad*, *bf*, *fg*, *fs* (Fig. 9.) ebendas.; und die Axen und andere Linien, welche durch den Körper hindurchgehen, so wie die, welche außerhalb desselben liegen, hat man durch Reihen getheilter Linien mit Punkten zwischen sich dargestellt. Man sehe *cg* (Fig. 9.) der IX Taf., und *MR*, *CM*, *CR* (Fig. 4) ebendas. Auf eben dieser Figur kann man bemerken, daß die oberen Theile der Linien *Ms*, *Ru*, welche im Raume außerhalb des Körpers liegen, aus getheilten Linien mit dazwischen gesetzten Punkten bestehen, hingegen ihre unteren Theile, welche mit der Oberfläche des Körpers zusammenfallen, aus bloß getheilten Linien ohne Punkte zusammengesetzt sind. Diese Einrichtung, wozu der Bürger Tremery die glückliche Idee faßte, wird dem Leser ein gutes Hülfs-

mittel in der richtigen Sortirung der Linien, welche die Zeichnungen verwickeln, gewähren, indem man dadurch auf den ersten Blick die verschiedenen Bestimmungen dieser Linien gewahr wird *i*).

Bei Anzeige der Gröſse der Winkel, die zu jeder Abänderung der Krystallgestalt gehören, werde ich die nicht wiederholen, welche ihr mit andern vorher beschriebenen Abänderungen gemein und für die letzteren schon angegeben sind. Man kann sie, zufolge der Uebereinstimmung der Buchstaben, welche in den verschiedenen Figuren gleich liegende Flächen bezeichnen, leicht wiederfinden. So wird z. B. die Neigung von *g* gegen *g*, (Fig. 17.) der XXIV. Taf., in dem Artikel von der Varietät des kohlengesäuerten Kalkes, welche ich *bis-unitaire* nenne, übergangen werden, weil sie schon weiter oben bei dem Artikel von der Varietät *équiaxe*, (gleichaxig,) (Fig. 2.) der XXIII. Taf. angegeben ist.

i) Die Bürger Pleuvin und Journy, welche in dem Bergwerks-Institut wohnen, verfertigen mit vieler Genauigkeit Modelle aller in diesem Buche beschriebenen Krystalle aus Holz. Sie legen auch mehrere solche Körper bei, welche die 13te und 16te Figur der II. Taf. darstellen, wodurch dem Auge der Mechanismus in der Structur anschaulich gemacht wird *).

*) Ich besitze bereits einige hundert dergleichen in Paris verfertigter Modelle, und kann solche wegen ihrer groſsen Genauigkeit und Nettigkeit sehr empfehlen. An ihnen beobachtet man die schwierigsten Abänderungen der Krystallisation wie durch ein Mykroskop. K.

Lehrbuch

Lehrbuch der Mineralogie.

Begriff der Mineralien.

Man hat den Namen Mineralien den Körpern gegeben, die auf der Oberfläche oder im Schoofse des Erdballs liegen, mit keiner Organisation versehen sind, und bloſse Zusammenfügungen ähnlicher Theilchen darstellen, welche unter einander durch eine Kraft, die man Verwandtschaft nennt, verbunden sind *k*).

Unter diese Zahl gehören die Kieselsteine, die Rubine, Diamanten, das Gold, das Silber, das Eisen u. s. w. Die Wissenschaft, welche uns alle diese verschiedenen Körper kennen lehrt, ist die Mineralogie *l*).

k) Die Bestimmung, daſs solche zusammengenommen den festen Theil des Erdkörpers ausmachen, würde man wohl noch hinzusetzen müssen, weil sie sich dadurch hauptsächlich von den Atmosphärilien unterscheiden. Man sehe Widemann: „von der Nothwendigkeit bei der Haupt-Eintheilung der natürlichen Körper ein viertes Reich anzunehmen" in v. Crell's chem. Annal. 1793. II. 30 seq.
K.

l) Die Mineralogie, wenn darunter die ganze Naturgeschichte der Fossilien verstanden werden soll, hat

Die allgemeine Klassification der Wesen, welche das Studium der Naturbeschreibung umfaſst, läſst sich, im Ganzen betrachtet, auf zwei Vergleichungspunkte zurückführen, nämlich auf das Leben und die willkührliche Bewegung. Beide zusammen machen den eigenthümlichen Charakter der Thiere aus; die Pflanzen leben, ohne sich willkührlich bewegen zu können *m*);

ein noch weiteres Feld, indem sie uns auch mit dem Verhalten der Gebirgsarten auf ihren Lagerstätten, mit der Vertheilung der Fossilien über dem Erdball, mit ihrer Erzeugung und mit ihrem Gebrauche bekannt macht. Die Wernersche Schule umfaſst mit der einzigen Disciplin, welche sie Oryktognosie nennt, die von Herrn Hauy oben angegebenen Kenntnisse, und verlangt von einer ganz vollständigen Mineralogie auch eine umständliche Bearbeitung der Geognosie, mineralogischen Geographie und ökonomischen Mineralogie, als eben so vielen der Oryktognosie koordinirten Disciplinen. Ich schlieſse die mineralogische Chemie davon aus. Sie gehört in keine Naturgeschichte, da künstliche Veränderungen von Naturkörpern darin fremdartig sind. Die Bestandtheile der Fossilien werden von der Oryktognosie historisch angegeben. *K.*

m) Ich trenne mich ungern von diesen einfachen, treffflichen, diagnostischen Merkmahlen der Thiere und Pflanzen; indessen darf man heut zu Tage dabei nicht mehr stehen bleiben. Es liegt wirklich in der Oekonomie mancher Pflanzen die Fähigkeit, den Standort zu verändern, wie z. B. bei den gemeinen Wasserlinsen, welche zu gewissen Jahreszeiten bald zu Boden sinken, bald sich wieder auf die Oberfläche zu erheben vermögen; und von Thieren erinnere ich zum Gegensatze bloſs an die Korallen, welche ihren einmal angewiesenen Platz nie wieder verlassen können. Der scharfsinnige

die Mineralien sind des einen wie des andern Vermögens beraubt. Der Mensch, allein fähig, die Natur zu erforschen, erhebt sich über alle Wesen, die in derselben sich befinden, durch das Licht der Denkkraft.

Die drei grofsen Klassen, wovon wir eben gesprochen haben, lassen sich bei genauerer Betrachtung auf zwei zurückbringen, davon die eine die Thiere und Pflanzen unter dem Namen organischer Wesen vereinigt, die andre aber die Mineralien oder die unorganischen Wesen begreift *n*).

Blumenbach findet das befriedigendste Unterscheidungszeichen der Thiere und Pflanzen in der Methode ihrer Ernährung. Man sehe dessen Handbuch der Naturgeschichte, 5te Auflage; Göttingen, 1792. S. 4. 5. *K.*

n) Man findet im Innern der Erde steinige oder metallische Körper, deren Masse auf organische Körper, wie z. B. Schaalthiere, kam, und sich in den Höhlen, welche diese ehemals eingenommen hatten, nach ihnen abformte. Was man versteinertes Holz nennt, zeigt eine augenscheinliche Verwandlung eines organischen Körpers in ein Mineral. Endlich nannte man fossile Schaalthiere, fossiles Holz *) die organischen Körper, die nur eine gröfsere oder geringere Veränderung erlitten hatten. Mehrere neuere Schriftsteller betrachten alle im Schoofs des Erdballs vergrabene Körper, welche sie auch immer seyn mögen, als in das Gebiet der Mineralogie gehörig, und substituiren dem Namen Mineralien die Benennug Fossilien; jenen haben einige besonders auf die metallischen Erze bezogen **). Dieselben

*) Auch fossile Knochen. *K.*

**) Andere haben auch wieder die Salze mit darunter aufgenommen; der Begriff war also wirklich schwankend, und dies ist der Hauptgrund, weshalb das Wort Fossil dafür substituirt worden ist. *K.*

Die Art, wie die unter den beiden ersten grofsen Abtheilungen begriffenen Wesen wachsen, giebt eine

Schriftsteller haben die Wissenschaft, welche die Kenntnifs der Fossilien zum Gegenstande hat, Oryktognosie *) genannt. Wir haben geglaubt, uns nach dem alten Sprachgebrauch richten zu müssen, weil der Ausdruck mineralisch, im Gegensatz des vegetabilischen und animalischen, die Stuffenfolge der drei grofsen Klassen von Wesen, die man mit dem Namen der Naturreiche bezeichnet hat, deutlich hervorhebt **). Wir betrachten das Studium der eigentlich sogenannten Fossilien als einen Anhang in Rücksicht auf die Mineralien, um so mehr, da die Folgerungen, welche man aus diesem Studium in Betreff der Geschichte des Erdballs ziehen könnte, mehr in das Gebiet der Geologie gehören ***). Man weifs übrigens, dafs die Betrachtung der Fossilien, wenigstens derer, die dem Thierreiche ursprünglich angehören, unter einem andern Gesichtspunkte berühmte Zoologen, un-

*) Im Gegensatz der Geognosie, mineralogischen Geographie und ökonomischen Mineralogie, wie in einer der vorstehenden Anmerkungen erwähnt worden ist. *K.*

**) Dieser Grund ist von einiger Erheblichkeit, und um dem deutschen Leser die Eigenthümlichkeit unsers trefflichen französischen Autors zu erhalten, findet man auch in der Uebersetzung das Wort Mineral des Textes beibehalten. Es ist hier also völlig gleichbedeutend mit dem Fossil der Wernerschen Schule, und keinesweges auf Erze etc. einzuschränken, oder etwa den Steinen entgegen zu setzen. *K.*

***) Wenn die Geognosie oder Gebirgskunde von der Geologie oder Entstehungsgeschichte der Erde unterschieden werden mufs, so gehört die specielle Betrachtung und Untersuchung der fossilen Körper (in Herrn Hauy's Sinne), wie aller wahren Versteinerungen, in das Gebiet der Geognosie. Generell wird aber auch der Geologe sich damit bekannt zu machen haben. Mich dünkt, die Geognosie steht zur Geologie in einem ähnlichen Verhältnisse, als die Chemie zur Physik. *K.*

der auffallendsten und einleuchtendsten Verschiedenheiten unter allen ab, wodurch sie sich auszeichnen. In den Thieren und Pflanzen geschieht das Wachthum durch gleichzeitige Entwickelung aller Theile des Individuums mittelst der Nahrung, welche die sie zu verarbeiten bestimmten Organe aufnehmen. Alles, was zur Vergröſserung des Volumens beiträgt, ist die Wirkung des innern Mechanismus, oder wenn sich auſserhalb neue Theile bilden, wie bei den Bäumen, die Zweige und Blätter treiben: so sind doch diese Theile bloſse Erzeugnisse der eigenen Substanz des Individuums, welche sich, unterstützt durch die Wirkung der Nahrungssäfte, auf dieselbe Weise entwickeln. Bei den Mineralien dagegen hat die Vermehrung des Volumens durch Zutritt neuer Theilchen statt, die sich auf die Oberfläche der Körper anlegen, so daſs alles, was bereits vorhanden war, in jeder Epoche des Wachsthums unbeweglich bleibt, und von allen Seiten den Materialien, die dazu kommen, um den Bau fortzusetzen, als Basis dient. Von der einen Seite ist es beständig dasselbe Wesen, das nur zu andern Dimensionen fortschreitet; von einer andern Seite ist es ein stets neues Wesen im Verhältniſs dessen, was es neues erlangt.

ter andern Cuvier, beschäftiget hat, der sehr sinnreich den Vortheil daraus zu ziehen gewuſst, den Bau von Thieren wieder zusammen zu setzen, denen keine ähnliche unter den Lebenden angetroffen werden. Er hat der Wissenschaft alte Species wiedergegeben, die für sie ohne Wiederkehr verloren schienen.

Man wird einen Begriff von der Bildung und dem Wachsen der Mineralien haben, wenn man ein Salz, z. B. Kochsalz, im Wasser hat zerschmelzen lassen, und nun Acht giebt, was vorgeht, während das Wasser verdünstet. Man wird sehen, daſs sich kleine Salzmassen auf der Oberfläche des Wassers oder gegen die Wände des Gefäſses, worin es befindlich ist, absetzen, und nach und nach, so wie sie neue Theilchen an sich ziehen, dicker werden. Wir abstrahiren hier von der Figur dieser Massen, und beschränken uns nur darauf, die Art, wie sie sich bilden, im Allgemeinen in Erwägung zu ziehen.

Die kleinsten Theilchen der Steine, Metalle u. s. w. sind anfänglich auch in einer Flüssigkeit schwebend gewesen. Da hierauf diese Flüssigkeit sie, durch welche Ursache dies auch geschehen seyn mag, allmählig verlieſs, so vereinigten sie sich, gehorchten ihrer Verwandtschaft zu einander, und erzeugten solide Massen o).

Diese Theilchen, welche zusammen das Mineral bilden, sind unsern Augen, selbst mit Hülfe der besten optischen Instrumente, unsichtbar. Es ist aber gar nicht zu bezweifeln, daſs sie nicht bestimmte Formen haben, und in jeder Gattung von Mineralien ein-

o) Die Einwirkung des Wärmestoffs oder des Grundstoffs der Wärme vertritt die Stelle der flüssigen Körper bei der Bildung gewisser Mineralien, wenn die Theilchen der letzteren, welche er vorher durch sein Dazwischentreten getrennt hielt, nach seinem Entweichen die Freiheit, sich vermöge ihrer gegenseitigen Verwandtschaft vereinigen zu können, erhalten.

ander ähnlich seyn sollten. Wir sind sogar auf diese Vorstellung durch Beobachtungen gekommen, denen eine grofse Anzahl von Mineralien unterworfen ward.

Wir wollen das schon erwähnte Salz wieder zum Beispiel nehmen. Wenn man vorsichtig auf ein Stück dieses Salzes schlägt, so wird man sehen, dafs es sich in Bruchstücke von einer kubischen Gestalt zertheilet; und wenn man mit der Theilung fortfährt, so wird man immer kleinere Würfel erhalten, die endlich nur noch mittelst des Mikroskops sichtbar seyn werden.

Von einer andern Seite beweist die Chemie, indem sie das Salz, wovon wir sprechen, zerlegt, dafs es aus zwei verschiedenen Stoffen zusammengesetzt ist, wovon der eine eine Säure ist, die man Salzsäure genannt hat, und der andre ein unter dem Namen Soda, Natrum bekanntes Laugensalz. Diese beiden Stoffe sind im Salze mit einander vereinigt, nach einem gewissen Verhältnisse, und einer bestimmten Anordnung gemäfs. Jeder Würfel, den man aus diesem Salze erhält, ist eine Verbindung derselben, und ihr Verhältnifs, so wie ihre Stellung zu einander, ist darin eben so wie in der ganzen Masse. Ferner hat die Theilung des Salzes in immer kleinere Würfel nothwendig eine Grenze *p*); und wenn wir Organe und Instrumente hätten, die genau genug wären, um sie so weit zu treiben, als sie möglich ist, so würden wir auf Wür-

p) Diese Behauptung des Verfassers beruhet auf seiner atomistischen Vorstellungsart; die dynamische Naturphilosophie hat wenigstens gezeigt, dafs eine solche Grenze der Theilung nicht nothwendig ist. *W.*

fel kommen, die wir nun nicht weiter zertheilen könnten, ohne sie zu zerlegen, d. h. ohne die beiden Stoffe, deren Verbindung das Wesen des Salzes ausmacht, zu trennen.

Wir schliefsen hieraus, dafs man in diesem Salze, (und dasselbe gilt von allen Mineralien) kleine Theilchen oder Moleküls von zwei Ordnungen in Betracht ziehen kann; die ersten, die wir elementarische Moleküls nennen wollen, und die im gegenwärtigen Fall eines Theils die der Säure und andern Theils die des Natrum sind; die zweiten, denen wir den Namen integrirende Moleküls geben werden, und welche in eben diesem Falle die kleinsten Würfel sind, die abgesondert erhalten werden können, ohne dafs die Natur des Salzes zerstört wird. Die elementarischen Moleküls haben ohne Zweifel auch regelmäfsige und für jede Art von Säure, von Alkali u. s. w. gleichbleibende Formen; und die der einen Art schliefsen sich an die der andern, und bilden kleine Verschränkungen, woraus die integrirenden Moleküls entspringen *q*).

Wir haben hier angenommen, dafs diese letzteren Moleküls den Körpern, die wir aus einem Mineral durch mechanische Theilung erhielten, ähnlich seyen. Da-

q) Herr Haüy setzt voraus, jeder Bestandtheil habe seine eigne Art Moleküls; in dem oben angeführten Beispiele verbindet sich daher seiner Meinung nach das Elementar-Molekül des Natrum mit dem Elementar-Molekül der Säure in zwei verschiedenen Formen, welche gemeinschaftlich die Form des integrirenden Moleküls von Kochsalz geben. *K.*

von haben wir nun zwar keine physikalische Gewiſsheit, weil diese Moleküls wegen ihrer auſserordentlichen Kleinheit unsern Augen entgehen. Aber beim Studium der Natur ist es weise, den Grundsatz anzunehmen: daſs die Dinge beurtheilt werden müssen, als seyen sie an sich selbst so, wie sie sich unsern Beobachtungen darstellen. Die letzten in die Sinne fallenden Resultate der mechanischen Zertheilung der Mineralien, wenn sie uns auch nicht die Figur der wirklichen von der Natur angewendeten integrirenden Moleküls angeben, stellen sie doch wenigstens in Bezug auf uns dar, ungefähr wie die Substanzen, die die Chemiker nicht weiter zerlegen können, einfache Substanzen in Beziehung auf sie sind, wiewohl sie in der Wirklichkeit noch der Zersetzung fähig seyn können.

Es geschieht oft, daſs die Höhlung, in der ein Mineral sich bildet, andere Mineralien von älterem Daseyn umschlieſst, die ihm nachher, wenn es sich völlig gebildet hat, als Stütze dienen. Oft bringen auch Moleküls von mehreren Mineralien, die zu gleicher Zeit in einer und derselben Flüssigkeit schweben, gleichzeitige Körper hervor. Daher kömmt dieses Anhängen mehrerer Mineralien an einander, diese Art von Durchdringung, vermöge deren sie oft in einander gleichsam verflochten oder geklemmt sind. Dieses Gemenge von Moleküls mehrerer verschiedener Körper, und alle diese Spiele in den Stellungen, alle diese Abänderungen des Zustandes und des Ansehens, welche der Beobachtung des Naturforschers eine ununterbro-

chene Verkettung von Kontrasten und Uebergängen zeigen.

Alle mineralogische Sammlungen geben zahlreiche Beispiele von diesen zufälligen Verbindungen, und obgleich der Hauptzweck des Mineralogen ist, die Körper nach solchen Rücksichten zu klassificiren, die mit der Zusammenhäufung derselben im natürlichen Zustande nichts gemein haben: so ist es doch nicht gleichgültig für ihn, zu wissen, welches die andern Substanzen sind, die am gewöhnlichsten mit dieser oder jener Gattung von Stein oder von Metall gemengt vorkommen, und sie dürfen bei der Beschreibung der Substanz, mit welcher die Umstände sie vergesellschaftet haben, nicht übergangen werden *r*). Allein die Beobachtung der an Umfang oft ungeheuren Massen, worin die Minera-

r) Man hat die steinigen Massen Gangarten (*gangues*) genannt, welche die metallischen Lagerstätte begleiten, und mit dem Ausdruck Mutter (*matrix*) diejenigen bezeichnet, welche andere Substanzen von steiniger oder unmetallischer Natur tragen, oder wie eingemauert halten. Ich glaubte, dem Namen Gangart eine weitere Bedeutung geben zu dürfen, indem ich ihn ohne Untenschied für die Stützen oder Hüllen eines Minerals, welches auch dessen Natur seyn möge, brauchte. Es wird daher auch z. B. heifsen, dafs diese oder jene Varietät des kohlengesäuerten Kalkes Quarz zur Gangart habe *).

*) Im Deutschen unterscheiden wir eigentlich noch Gangart von Bergart. Jener Ausdruck giebt an, was für Steinarten den metallischen Fossilien als solchen auf der Lagerstätte beigemengt sind; Bergart ist hingegen mit Gebirgsart synonim, und zeigt, was für Felsmassen rechts und links, über oder unter der bekannten Lagerstätte, vorkommen. Das allgemeine und daher empfehlungswerthere Wort ist: Gemengtheil. K.

lien durch eine Arbeit der Natur im Grofsen vertheilt sind, ist der Gegenstand einer besondern Wissenschaft, welche man Geologie genannt hat, welche sich nur auf Reisen studiren läfst *s*), und wovon wir eine ausführliche Vorstellung zu geben bereit sind, wenn wir im Anhange, der am Ende des Lehrbuches seinen Platz finden wird, von den Gebirgsarten sprechen werden.

Von der Krystallisation.

Beobachtung und Raisonnement haben uns genöthiget, anzuerkennen, dafs die Mineralien aus gleichartigen integrirenden Moleküls zusammengesetzt sind. Die Art, wie sie sich mechanisch theilen lassen, hat uns ferner bewiesen, dafs die Ursache, durch welche diese Moleküls genöthiget wurden, sich gegenseitig einander anzuziehen, ihre Vereinigung so bewirkte, dafs sie auf Ebenen, die in der Richtung ihrer verschiedenen Flächen liegen, wie nach der Schnur an einander gereiht wurden. Diese Betrachtungen waren dienlich, um die Entwickelung eines andern sehr merkwürdigen Resultates der Verwandtschaftsgesetze vorzubereiten, welches sich auf die äufsere Gestalt der Mineralien bezieht, und einem der fruchtbarsten Zweige der Wissenschaft, deren Gegenstand sie sind, das Daseyn gegeben hat.

s) Dieses Postulat zeigt, dafs der Verfasser eigentlich Geognosie meine; denn Gebirgskunde kann man nur in den Gebirgen selbst studiren, über die Entstehung der Erde hingegen viele Theorien blofs im Zimmer aussinnen. *K.*

Die Wirkung dieser Gesetze auf die integrirenden Moleküls ist nämlich diese, dafs die Zusammenreihungen dieser Moleküls sich, wenn sie nichts stört, in ebene Oberflächen endigen, woraus regelmäfsige, den geometrischen Körpern ähnliche Formen entspringen. Wir haben häufige Beispiele dieser Regelmäfsigkeit am Granat, Topas, Smaragd, dem kohlengesäuerten Kalk (Kalkspath), dem schwefelgesäuerten Baryt (Schwerspath) u. s. w. und bei einer grofsen Anzahl metallischer Substanzen *t*). Der Anblick dieser Vielecke erregt allezeit das Erstaunen dessen, dem man sie zum erstenmale zeigt; und es ist oft nöthig, ihm solche zu zeigen, die noch mit einer Rinde der Erde, in welcher sie entstanden, überzogen sind, um zu bewirken, dafs er sie nicht der Kunst zuschreibe, und ihn zu zwingen, an die Geometrie der Natur zu glauben.

Alle diese regelmäfsigen Körper hat man unter der allgemeinen Benennung Krystalle *u*) begriffen. Der Name Krystallisation, der, wie es anfänglich scheinen möchte, nur von der Art von Operation gebraucht werden sollte, woraus die Krystalle entstehen *v*), hat gewöhnlich eine ausgedehntere Bedeutung.

t) Hier vorzüglich bei dem Glaserz, Bleiglanz, Schwefelkies und weifsen Speifskobalt. Von Steinarten hätte auch insbesondere der Bergkrystall erwähnt zu werden verdient. *K.*

u) Den Ursprung dieses Namens werden wir bei dem Artikel vom Quarz anzeigen.

v) Dafür haben wir im Deutschen noch das besondere Wort: Krystallisirung. *K.*

Man versteht darunter im Allgemeinen jede Vereinigung von Moleküls zu soliden Massen vermittelst der Verwandtschaftsgesetze. Wenn diese Massen ein symmetrisches Ansehen haben, so sind sie die Produkte der eigentlich sogenannten oder regelmäſsigen Krystallisation. Wenn ihre Form unbestimmt ist, und nicht genau angegeben werden kann, so gehören sie zur verworrenen Krystallisation.

Die Anziehungskräfte, welche auf die in einer Flüssigkeit schwebenden Moleküls wirken, haben eine gewisse Beziehung auf die Figur dieser Moleküls, und in dieser Beziehung liegt das Bestreben, welches die Moleküls an und für sich selbst besitzen, sich den Gesetzen einer regelmäſsigen Zusammenhäufung gemäſs zu vereinigen. Allein damit sie diesen Zweck erreichen können, ist es nöthig, daſs sie Muſse haben, sich zu suchen, sich mit den schicklichen Flächen an einander zu reihen, und alle zu gleicher Zeit sich zu der Harmonie zu vereinigen, welche aus ihnen zusammen entspringen soll. Die Flüssigkeit muſs in einem ruhigen Zustand seyn, ihre eignen Moleküls müssen die des Minerals langsam verlassen, um sie in die für die Verwandtschaft günstigste Lage zu bringen; die Höhlung muſs geräumig genug, und die Flüssigkeit in hinlänglicher Menge da seyn, damit die krystallinischen Moleküls nach Gefallen und völlig frei darin schwimmen können.

Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt sind, wenn es z. B. geschieht, daſs die Flüssigkeit zu schnell verdünstet, oder daſs eine Erschütterung dabei vorgeht,

so werden diese Umstände, die man als Störungsursachen der Krystallisation ansehen kann, die Moleküls gewissermaſsen von ihrem Wege ablenken, sie nöthigen, sich ungestüm über einander zu stürzen, und durch eine nothwendige Folge werden sie mehr oder weniger die Züge der geometrischen Form entstellen, welche im Fall einer langsamen und ruhigen Krystallisation statt gefunden haben würde *w*).

w) Die Krystalle, welche sich in einer und derselben Flüssigkeit um verschiedene mehr oder weniger nahe an einander liegende Mittelpunkte der Kraft herum gebildet haben, bilden zusammen Drusen (*des groupes*), worin sie bald unter einander parallel liegen, bald sich nach verschiedenen Richtungen kreuzen, so daſs sie nicht selten einander zu durchdringen scheinen. Sehr häufig geschieht es auch, daſs sie nur an einer Seite über der Substanz, auf der sie ruhen, scharf abgeschnitten sind. Es ist ein glücklicher Zufall, wenn ein Krystall nur mit einem Punkte an der Druse fest sitzt, so daſs seine Stellung ihn gewissermaſsen isolirt, und seine Gestalt sich dem Auge des Beobachters ganz und gar enthüllet zeigt. Aber die meisten Krystalle, welche diesen Vortheil gewähren, haben in gewissen erdigen Massen gelegen, worin sie wirklich isolirt waren, und in deren Mitte sie sich zu einer Zeit gebildet haben, wo diese Erden durch eine wäſsrige Flüssigkeit in einen weichen Zustand versetzt waren. Man kann diese Entstehung nach einem von Pelletier angestellten Versuche beurtheilen, der Thon in einer Alaunauflösung eingeweicht hatte, und ihn, als er trocken geworden war, in Stücken zerschnitt; er fand im Innern desselben Alaunkrystalle von der Gröſse eines Zolls. Er schlieſst daraus, daſs die krystallinischen Moleküls die Kraft gehabt hätten, die thonigen Moleküls zu vertreiben, und diese Hindernisse, welche ihrer Vereinigung im Wege standen, zu entfernen. *Mém. et observ. de chemie*, *T. I. p.* 81.

Diese Störungen bewirken oft, daſs sich Theile, welche eckig geworden seyn würden, abrunden, oder daſs Arten von Cylindern statt durch ebene Oberflächen begrenzter Prismen, oder sphäroidisch gestaltete, inwendig vom Mittelpunkt gegen die Peripherie hin gestreifte Körper, statt der Gruppen von hervorspringenden Krystallen entstehen. So zeigen die sanften Umrisse und Abrundungen, welche bei den Thieren und Pflanzen sehr häufig sind, hier von der Organisation herrühren, und selbst zur Schönheit der Formen gehören, bei den Mineralien vielmehr eine Unvollkommenheit an. Die wahre Schönheit in Bezug auf diese Wesen wird durch die gerade Linie charakterisirt, und Romé de Lisle hat mit Recht von dieser Linienart gesagt, daſs sie das Mineralreich vorzüglich liebte x).

Um jedoch hier bloſs von der eigentlich sogenannten Krystallisation zu sprechen, so ergiebt sich in dieser Rücksicht sogleich eine wichtige Betrachtung, welche die Mineralien gänzlich von den organischen Wesen abscheidet. Im Pflanzenreich zum Beispiel scheinen alle Individuen derselben Species nach einem gemeinschaftlichen Modell gearbeitet zu seyn; d. h. ihre Blume besteht aus Theilen, die an der Zahl einander gleich, und in der Figur einander ähnlich sind; ihre Blätter haben dieselbe Lage, dieselben Umrisse u. s. w. Die Verschiedenheiten betreffen nur unbedeutende und vorübergehende Nüancen, so daſs man sagen kann, wer ein Individuum gesehen hat, hat die ganze Species gesehen.

x) Crystallogr. T. I. p. 94, Anmerk. 63.

Bei den Mineralien aber verhält es sich hierin ganz anders. Oft nehmen die ursprünglichen Krystalle einer und derselben Substanz sehr verschiedene Formen an, die alle gleich schön und mit gleicher Genauigkeit ausgeführt sind. Der kohlengesäuerte Kalk (Kalkspath) z. B. nimmt nach Umständen bald die Gestalt eines Rhomboëders an, bald die eines regelmäſsigen sechsseitigen Prisma's, die eines durch zwölf ungleichseitige Dreiecke begrenzten Körpers, die eines andern Dodecaëders, dessen Flächen Fünfecke sind, u. s. w. Das geschwefelte Eisen oder der Schwefelkies liefert bald Würfel, bald reguläre Octaëder, hier Dodecaëder mit fünfseitigen Flächen, dort Icosaëder mit dreiseitigen Flächen u. s. f.

Es ist wahr, daſs unter den Varietäten einer und derselben Gattung oft eine zusammengesetztere Form von einer einfacheren nur durch gewisse Flächen sich unterscheidet, die denen gleichen, welche entstehen würden, wenn man die Ecken oder Kanten der letzteren abschnitte y). Der Schwefelkies nimmt z. B. zuweilen die Gestalt eines Würfels an; wenn dessen acht Ecken weggenommen würden, so würden eben so viele dreieckige Flächen zum Vorschein kommen. Und so läſst sich diese Form als der Uebergang aus dem Würfel in

y) Von dieser Beobachtung hatte der berühmte Romé de l'Isle die Idee zu dem System der Abstumpfungen geschöpft, um die verschiedenen Varietäten der krystallinischen Formen, welche zu einer und derselben Substanz gehören, von einander ableiten zu können.

in das Octaëder ansehen, welchem sie sich durch ihre acht gleichseitigen Dreiecke nähert, die eben so, wie die Flächen dieses zweiten Körpers, liegen.

Aber aufserdem, dafs diese Uebergänge schon an und für sich sonderbar sind, da sie weit merklichere Abänderungen ausmachen, als bei bloſsen Varietäten anscheinend vorkommen sollten: so findet man auch auf der andern Seite gewisse krystallinische Formen, welche — eine noch auffallendere Sonderbarkeit — gar keine Spuren von gemeinschaftlichen Flächen gewahr werden lassen, und den Anschein einer völligen Verwandlung des Minerals an sich tragen, von welchem sie herstammen. Und um ein neues Beispiel anzuführen: so stelle man das reguläre sechsseitige Prisma des kohlengesäuerten Kalkes (I. Taf. Fig. 1.) und das Dodecaëder mit ungleichseitigen dreieckigen Flächen (Fig. 6) neben einander; man wird Mühe haben, wahrzunehmen, wie zwei dem ersten Anblick nach so verschiedene Vielecke an einander grenzen, und bei der Krystallisation eines und desselben Minerals, wenn ich so sagen darf, zusammenfliefsen können.

Endlich trifft man, gleich als ob die Wirkungen dieser Naturoperation bestimmt wären, den Beobachter auf alle Weise in Erstaunen zu setzen, während eine und die nämliche Substanz so viele Umstaltungen erfährt, wiederum auf sehr verschiedene Substanzen, welche durchaus dieselbe Gestalt zeigen. So krystallisiren der flufsgesäuerte Kalk (Flufsspath), das salzgesäuerte Natrum (Steinsalz), das geschwefelte Eisen (Schwefelkies), das geschwefelte Blei (Bleiglanz) u. s. w.

unter gewissen Umständen in Würfeln, und unter andern Umständen nehmen dieselben Mineralien eben so, wie der schwefelgesäuerte Thon und der Diamant, die Gestalt eines regelmäfsigen Octaëders an *z*).

Diese Aehnlichkeit der Formen war es, welche zu einer Zeit, wo das Studium der Krystallisation kaum im Entstehen war, den berühmten Linné zu glauben veranlafst hatte, dafs die Salze als Urheber der Krystallisation angesehen werden müfsten; dafs die Verbindung dieses oder jenes Salzes mit dieser oder jener Steinart eine Art von Befruchtung sey, welche dem Steine das Vermögen ertheilte, unter der dem Salze, welches die Stelle des befruchtenden Princips vertritt, eigenthümlichen Form zu krystallisiren *a*). Der Diamant z. B. sey eine Art von Alaun, weil er, wie dieses Salz, krystallisirt, und daher erhielt er den Namen *alumen adamas*, Demantalaun *b*). Linné glaubte

z) In der Folge werden wir die Gründe auseinander setzen, durch welche diese Aehnlichkeit der Gestaltung zwischen Mineralien von verschiedener Natur leichter begreiflich wird.

a) Linnaei *Amoenit. Acad.* T. I. p. 466 u. fgg.

b) Der gelehrte Urheber dieser Klassification hatte wohl bemerkt, dafs unter den Körpern, die er in eine und dieselbe Species vereinigte, mehrere eine Form hatten, die von der, welche der Typus der Species war, abwich. Aber er versuchte, sie nach einigen unbestimmten Zügen von Aehnlichkeit, welche er aus dem äufseren Ansehen hernahm, auf diese letztere Form zurück zu führen, und da man nur noch eine geringe Anzahl krystallinischer Formen, wovon die meisten ziemlich einfach waren, beobachtet hatte, so fanden diese

also, im Mineralreich die Grundlage des Sexualsystems, welches er so sinnreich in Bezug auf die Botanik benutzt hatte, wieder zu finden. Man weiſs, daſs Tournefort, als er die ästigen Stalactiten der Höhle von Antiparos sah, sich einbildete, die Steine vegetirten auf die Art wie die Pflanzen. Die Botanik war die Lieblingsneigung dieser beiden berühmten Männer; die ganze Natur sprach mit ihnen von ihrem Lieblingsgegenstande.

Linné hatte seinem Werke Beschreibungen und Zeichnungen von Krystallen beigefügt, die so treu waren, als es der Zustand, worin sich damals die Wissenschaft befand, zulieſs; und man kann ihn in diesem Betracht als Begründer der Krystallographie ansehen.

Endlich brachte Romé de l'Isle das Studium der Krystallisation auf genauere und mit der Beobachtung übereinstimmendere Grundsätze. Er stellte, so viel er konnte, die Krystalle zusammen, welche von gleicher Natur waren. Unter den verschiedenen, zu jeder Gattung gehörigen Formen suchte er eine aus, die wegen ihrer Einfachheit ihm geeignet schien, als Grundgestalt angesehen zu werden; und indem er nun annahm, daſs sie auf verschiedene Art abgestumpft werde, leitete er die übrigen Formen daraus her, und setzte eine Stuffenfolge, eine Reihe von Uebergängen zwischen dieser Form und den polyedrischen Formen

Annäherungen, die beim gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse ganz unthunlich gewesen seyn würden, damals weniger Schwierigkeiten.

fest, die sich mehr von derselben zu entfernen schienen. Zu den Beschreibungen und Zeichnungen, welche er von den krystallinischen Formen gab, fügte er auch die Resultate der mechanischen Ausmessung ihrer vorzüglichsten Winkel hinzu, und zeigte (welches ein wesentlicher Punkt war), daſs diese Winkel in jeder Gattung sich gleich blieben. Mit einem Wort, seine Krystallographie ist die Frucht einer in Rücksicht ihres Umfanges auſserordentlich groſsen, in Rücksicht ihres Gegenstandes gänzlich neuen, und in Rücksicht ihres Nutzens sehr schätzbaren Arbeit *c*).

Der berühmte Bergman, welcher in den Mechanismus der Struktur der Krystalle selbst einzudringen suchte, betrachtete die verschiedenen, zu einer und derselben Substanz gehörigen Formen als Produkte einer Uebereinanderschichtung verschiedener, sich bald gleichbleibender, bald veränderlicher und abnehmender Ebenen um eine und dieselbe Grundgestalt. Er machte von dieser Grundidee Anwendungen auf eine geringe Anzahl krystallinischer Formen, und bestätigte sie bei

c) Hier darf nicht unerwähnt bleiben, daſs Herrn Werner's Methode damit die meiste Aehnlichkeit hat; daſs dieser groſse Mineraloge aber weiter als Romé de l'Isle geht, und schon (im Jahre 1774) bei Herausgabe seiner „Abhandlung von den äuſseren Kennzeichen der Fossilien" die Zuschärfung und Zuspitzung der Flächen, Kanten oder Ecken zur Ableitung der zusammengesetzteren Formen aus seinen einfachen Grundgestalten auf eine Weise herleitete, die sich durch Popularität allen denen ungemein empfiehlt, welche in den Mechanism der Krystallisationen nicht eindringen wollen. *K.*

einer Varietät des Kalkspaths *d*) durch Zerspaltungen, die ihm die Lage des Kerns oder der primitiven Form und die Ordnung der Blätter, welche diesen Kern umschliesen, über einander zeigten. Aber er blieb bei diesen ersten Ansichten stehen, und gab sich weder damit ab, die Gesetze der Struktur zu bestimmen, noch den Calcul darauf anzuwenden. Es war eine bloſse, wie im Vorübergehen aus dem schönsten Gesichtspunkt der Mineralogie entworfene Skizze, worin man jedoch die Geschicklichkeit der Hand erkennt, die mit so vielem Glück für die Vervollkommnung des Gemähldes der Chemie gearbeitet hat.

In den Untersuchungen, welche ich meiner Seits ungefähr zu derselben Zeit über die Krystalle unternommen hatte *e*), ging mein Zweck dahin, die Gestalt und die Dimensionen der integrirenden Moleküls mit den einfachen und regelmäſsigen Gesetzen ihrer Zusammenfügung zu verbinden, und diese Gesetze dem Calcul zu unterwerfen. Diese Arbeit brachte eine mathematische Theorie hervor, welche ich in analytische Formeln dargestellt habe, die alle mögliche Fälle ent-

d) Es war die unter dem Namen Schweinszahn (*dent de cochon*) bekannte Varietät, welche ich (*métastatique*) winkelübertragene nenne.

e) Die Akademie der Wissenschaften kannte meine ersten Versuche über diesen Gegenstand schon, als sie die Abhandlung von Bergman erhielt, die mir mitgetheilt wurde, weil sie mich wegen der Beziehung, in der sie mit meiner Arbeit stand, interessiren muſste. Bergman hat diese Abhandlung, weiter entwickelt, in den zweiten Band von seinen Opusculis, S. 1. u. fgg., eingerückt.

halten, und deren Anwendung bei den bekannten Formen auf die Werthe der Winkel in steter Uebereinstimmung mit der Beobachtung führt. Ich werde die Grundsätze dieser Theorie vermittelst des bloſsen Raisonnements und einiger Zeichnungen, die das Verständniſs derselben erleichtern werden, auseinander setzen. Die Geometer werden eine richtigere und mehr entwickelte Kenntniſs davon erlangen können, wenn sie den Theil vom Calcul lesen, welcher sich im gegenwärtigen Lehrbuche besonders befindet.

Theorie der Struktur der Krystalle.

Primitive Gestalten (*formes primitives*).

Die Idee, alle Formen, welche eine Mineralsubstanz annehmen kann, auf eine und dieselbe primitive Form zurückzuführen, wovon die andern als bloſse Modificationen anzusehen wären, bot sich den verschiedenen Naturforschern, welche sich anhaltend mit der Krystallographie beschäftigten, wie von selbst dar. Linné wurde bei seiner systematischen Ordnung der Krystalle dadurch irre geführt, daſs er diese Idee unter einem falschen Gesichtspunkt ansah. Romé de l'Isle verfolgte sie mit mehr Kunst und Richtigkeit, und vermied das Zerreiſsen natürlicher Verbindungen, welches das System des schwedischen Naturforschers verunstaltet. Aber in der Wahl der Formen, die de l'Isle als primitiv ansah, war viel willkührliches, weil er nur das äuſsere Ansehen der Krystalle zu Rathe zog, ohne auf ihre Struktur Rücksicht zu nehmen.

Bergman, der den Kern des kohlengesäuerten Kalks so gut gefunden hatte, indem er den metastatischen (winkelübertragenen) Krystall mechanisch zertheilte, war in Rücksicht mehrerer anderer Krystalle, und namentlich bei der dodecaëdrischen Varietät eben dieser Substanz, die man damals Nagelköpfe *f*) (*tête de clou*) nannte, nicht gleich glücklich gewesen. Aus der Erklärung, die er von der Struktur dieses Krystalls giebt, würde folgen, daſs sein Kern Winkel hätte, welche von denen, die er wirklich hat, ganz verschieden wären. Bergman was sogar genöthiget, anzunehmen, daſs die Flächen, welche er Fundamentalflächen nennt, im gegenwärtigen Falle abgestumpft wären, welches eine neue Ausnahme von dem Grundsatze machte, worauf sein System gebauet war *g*).

Die mechanische Zertheilung der Mineralien, welches das einzige Mittel ist, ihre wahre primitive Gestalt kennen zu lernen, beweiset, daſs diese Form unveränderlich ist, so lange man es mit derselben Substanz zu thun hat, so mannichfaltig und selbst so unvereinbar auch die Formen der Krystalle, die zu dieser Substanz gehören, seyn mögen. Zwei oder drei Beispiele werden dazu dienen, diese Wahrheit in ihr volles Licht zu setzen.

Man nehme ein reguläres sechsseitiges Prisma von

f) Eigentlich nach dem beliebten obersächsischen Provinzialism: Zweckendrusen. *K.*

g) Man sehe die Bemerkungen, die ich über diesen Punkt in dem *Essai d'une Théorie sur la structure des cristaux*, *à Paris* 1784, S. 90 u. fgg. gemacht habe.

kohlengesäuertem Kalk *h*) (I. Taf. Fig. 1 und 2). Wenn man versucht, es parallel mit den Endkanten zu theilen, so wird man finden, daſs drei von diesen, am oberen Theile abwechselnden Endkanten, z. B. die Kanten *lf*, *cd*, *bm*, diese Art von Theilung zulassen; und um dasselbe an der untern Grundfläche zu bewerkstelligen, wird man nicht die den obigen correspondirenden Endkanten *l'f'*, *c'd'*, *b'm'*, sondern die dazwischen liegenden *d'f'*, *b'c'*, *l'm'* nehmen müssen.

Durch diese sechs Schnitte werden nun eben so viel Trapezia zum Vorschein kommen. Drei davon sind auf der zweiten Figur vorgestellt; die beiden nämlich, welche an die Stelle der Kanten *lf*, *cd* gekommen und mit *ppoo*, *aakk* bezeichnet sind, und das, was an die Stelle der untern Endkante *d'f'* gekommen, und durch die Buchstaben *nnii* angegeben ist.

Jedes von diesen Trapezien wird eine Glätte und einen Glanz haben, woran sich leicht erkennen läſst, daſs es mit einem Durchgang der Blätter, die das Prisma ausmachen, zusammenfällt. Vergebens würde man versuchen, das Prisma in irgend einer andern Richtung zu theilen. Wenn man aber die Theilung parallel mit den ersten Schnitten fortsetzt, so werden auf der einen Seite die Grundflächen immer schmäler, und von der andern wird die Höhe der Seitenflächen immer geringer werden, und in dem Augenblick, wo die Grundflächen verschwunden seyn werden, wird das Prisma in ein Dodecaëder (Fig. 3) verwandelt

seyn, dessen Flächen Fünfecke sind, wovon sechs, wie *ooiOe*, *oIkii* u. s. w. von den Seitenflächen des Prisma's übrig geblieben, und die sechs andern *EAIoo*, *OA'Kii* u. s. w. unmittelbar durch die mechanische Theilung entstanden sind *i*).

Ueber diesen Punkt hinaus werden die Endflächen ihre Gestalt und ihre Dimensionen behalten, indeſs die Seitenflächen immerfort von ihrer Höhe verlieren werden, bis die Punkte *o*, *k* des Fünfecks *o kii* mit den Punkten *ii*, und so auch andre gleichliegende Punkte zusammenfallen werden, so daſs jedes dieser sechs Fünfecke sich in ein bloſses Dreieck verwandelt, wie man Fig. 4 sieht *k*).

Wenn endlich durch fernere Schnitte auch diese Dreiecke verschwunden sind, so daſs von der Oberfläche des Prisma's (Fig. 1) keine Spur mehr vorhanden ist, so hat man den Kern (*noyau*) oder die primitive Gestalt, welche ein stumpfes Rhomboëder *l*)

i) Man hat, um den Fortgang der Operation einleuchtender zu machen, das sechsseitige Prisma immer wieder um den Körper, den man durch mechanische Theilung aus demselben erhält, beschrieben vorgestellt.

k) Die Punkte, wovon immer zwei und zwei auf dieser Figur zusammenfallen, sind jeder mit zwei Buschstaben, welche sie bezeichneten, da sie noch, wie auf der Fig. 3 getrennt waren, angegeben worden.

l) Rhomboëder (*Rhomboide*) nenne ich ein Parallelepipedon, welches durch sechs gleiche und ähnliche Rhomben begrenzt ist. Zwei von den körperlichen Winkeln, wie A, A', welche gegen einander überstehen, werden durch die Verbindung dreier gleicher ebenen Winkel gebildet. Jeder von den sechs andern wird durch einen ebenen Winkel, der dem vo-

(Fig. 5) seyn wird, dessen grofser Winkel AEI oder EOI 101° 32′ 13″ fafst *m*).

Die Beobachtung, von welcher ich eben erzählt habe, war es, die zur Entwickelung meiner Ideen über die Struktur der Krystalle Veranlassung, und gleichsam den Schlüssel zu der Theorie abgab. Sie drängte sich mir bei der Gelegenheit auf, da mir der Bürger DEFRANCE einen Krystall in dem Augenblicke zu geben die Gefälligkeit gehabt hatte, wo er von einer Druse, die dieser einsichtsvolle Liebhaber mir aus seinem Mineralienkabinet zeigte, eben losgegangen war. Das Prisma hatte einen einzigen Sprung an der Stelle einer Endkante der Basis, mit welcher es aufgewachsen ge-

rigen gleich, und durch zwei, die zu diesen die Complemente sind, gebildet. Die Punkte A, A′ sind die Endspitzen, und die Linie, die von dem einen zum andern geht, die Axe. Man denkt sich immer das Rhomboëder so gestellt, dafs seine Axe vertikal liegt. In jeder beliebigen Fläche, wie AEOI, ist die von E nach I gezogene Linie die horizontale Diogonallinie, und die, welche von A nach O geht, die schräge Diagonale. Das Rhomboëder ist stumpf oder spitz, je nachdem der Endspitzenwinkel selbst stumpf oder spitzig ist.

m) Ich habe bemerkt, dafs jedes Trapezium, wie *ppoo* (Fig. 2), welches durch die ersten Schnitte zum Vorschein kömmt, sehr sichtlich unter demselben Winkel, sowohl gegen das zurückbleibende *ppdcbm* von der Grundfläche, als auch gegen das übrigbleibende Stück *oof′l′* von der anliegenden Seitenfläche geneigt war. Wenn man von dieser Gleichheit der Neigungen ausgeht, so kann man daraus durch Rechnung den Werth der Winkel bis auf Minuten und Sekunden genau finden, welches die mechanische Messung nicht zu leisten im Stande ist. Man sehe den geometrischen Theil.

wesen war. Statt den Krystall in meine Sammlung, die damals im Entstehen war, zu legen, versuchte ich, ihn nach anderen Richtungen zu theilen; und nach einigen Versuchen, die aufs Ungewisse unternommen wurden, gelang es mir, seinen rhomboëdrischen Kern herauszuziehen. Ich fühlte sogleich die dadurch erfolgte Ueberraschung mit der Hoffnung verknüpft, dafs es bei diesem ersten Schritte nicht sein Bewenden behalten sollte.

Zum zweiten Beispiel wollen wir den metastatischen (winkelübertragenen) Krystall (Fig. 6), dessen Kern Bergman aufgefunden hat, wählen. Man kann diesen Kern auf einmal erhalten, wenn man erst einen Schnitt nach den Kanten EO, OI, einen zweiten nach den Kanten IK, GK, einen dritten nach GH, EH, einen vierten nach OI, IK, einen fünften nach GK, GH, und endlich einen sechsten nach der Richtung EH, EO macht, woraus sich ergiebt, dafs die Kanten, von denen wir eben gesprochen haben, mit den Seitenkanten *n*) der Kerngestalt *o*) zusammenfallen,

n) Man nehme hier auf des Verfassers eigenthümliche Terminologie Rücksicht. Nach der gewöhnlichen Ansicht des Rhomboëders, nach der man zwei seiner Flächen als Grundflächen, die andern als Seitenflächen ansieht, würden die hier vom Verfasser gemeinten Kanten theils Seitenkanten theils Endkanten seyn. Da aber Herr Hauy, als die Enden des Rhomboids zwei Spitzen betrachtet, so sind jenes allerdings die Seitenkanten zu nennen, Endkanten würden die seyn, welche in die Endspitze zusammenlaufen. *W.*

o) Ich werde von nun an in der Regel den Ausdruck *Forme primitive* durch Kerngestalt geben, denn nach der

wie man aus der blofsen Ansicht der Fig. 7 ersieht, welche diese Kerngestalt innerhalb des ungleichseitigen Triangular-Dodecaëders beschrieben darstellt.

Es giebt noch viele andere Varietäten des kohlengesäuerten Kalks, worunter mehrere sehr zusammengesetzte Formen haben, und doch alle einen Kern in sich verbergen, der dem genau gleicht, den wir eben betrachtet haben. Wenn es aber sonderbar ist, diesen Kern aus Varietäten, die durch ihre Figur möglichst von ihm abweichen, entwickelt zu sehn, so durfte man ihn vielleicht noch weniger in denen wieder zu finden erwarten, welche selbst eine rhomboëdrische Gestalt, aber von ganz abweichendem Maafse der Winkel, haben. Wir kennen gegenwärtig fünf von diesen Rhomboëdern *p*), wovon das eine weit stumpfer ist, als der

so eben erfolgten Entwickelung ist er den Lesern jetzt verständlich. Dagegen bediene ich mich des Wortes Grundgestalt immer nur im Wernerschen Sinne, so dafs gar kein Mifsverständnifs obwalten kann. *K.*

p) Wenn man von dem stumpfen anfängt, so hat man folgende Werthe für den Flächenwinkel der Endspitze:

114° 18′ 56″.
87° 42′ 30″.
75° 31′ 20″.
45° 34′ 22″.
37° 31′ 4″.

Die Mineralogen haben lange Zeit nur das erste und dritte von diesen Rhomboëdern gekannt. Aus Bergman's oben angeführter Abhandlung sieht man, dafs dieser Gelehrte das Rhomboëder von 114° 18′ mit dem primitiven verwechselte, dessen Endspitzenwinkel 101° 32′ ist. Auf der andern Seite sah Romé de l'Isle das von 75° 31′ als eine zweite Kern-

Kern, und die vier andern immer schärfere Endspitzen haben. Diese Abstumpfung, deren Glieder sämmtlich einer und derselben Art von geometrischen Körpern angehören, könnte dem ersten Ansehn nach der Meinung einigen Schein geben, daſs die Kerngestalten in Bezug auf ein bestimmtes Mineral nicht beständig seyen. Allein ich habe gefunden, daſs alle diese Rhomboëder darin übereinkamen, daſs sie durch Schnitte, die nach verschiedenen Richtungen gemacht wurden, einen Kern geben, der dem gleicht, dessen groſser Winkel 101° 32′ ist; und so klärt sich die Paradoxie, die aus der Verschiedenheit ihrer Winkel entspringt, durch die doppelte Funktion der rhomboëdrischen Gestalt auf, die hier sich selbst zu verstellen dient, und bleibende Charaktere unter veränderlichen Aussenseiten verbirgt.

Wir wollen unter diesen mannichfachen Rhomboëdern dasjenige zum Beispiel auswählen, worin der Endspitzenwinkel 75° 31′ 20″, und welches auf der Fig. 8. um seinen Kern beschrieben vorgestellt ist. Romé de l'Isle nannte es salzsauren Kalkspath (*spath calcaire muriatique*), und ich nenne ihn winkelvertauschten kohlengesäuerten Kalk (*chaux carbonatée inverse*). Um dieses Rhomboëder mechanisch zu theilen, muſs man die Schnitte parallel mit den sechs Endkanten führen, nämlich *st*, *su*, *sn*

gestalt des Kalkspaths an, weil er kein Mittel fand, selbst durch Abstumpfungen es auf das von 101° 32′ zurück zu bringen. Man sehe das Werk dieses Gelehrten *sur les Caractères des Minéraux, tableau lithologique.*

von der einen, *s't'*, *s'u'*, *s'n'* von der andern Seite, so daſs die Ebenen dieser Schnitte gegen die Flächen, die sie abschneiden, gleich geneigt sind. Die ersten Schnitte werden sechs Fünfecke *r*, *r*, *r*, *r'*, *r'*, *r'*, (Fig. 9.), den Flächen der Kerngestalt parallel, zum Vorschein bringen; und es ist leicht einzusehen, daſs, wenn man die Theilung immer in derselben Richtung fortsetzt, bis die letzten Stücke der Flächen des Rhomboëders *ss'* (Fig. 8) verschwunden sind, man ein neues Rhomboëder A A' haben wird, welches die Kerngestalt ist.

Man bemerke, daſs die Flächen dieses letzteren Rhomboëders sich in demselben Grade gegen die gemeinschaftliche Axe neigen, wie die Kanten *st*, *su*, *sn*, u. s. w., denen diese Flächen parallel sind. Ferner machen die erwähnten Kanten mit der Axe gröſsere Winkel, als die von *s* nach *n'*, von *s* nach *t'*, von *s* nach *u'* gezogenen schrägen Diagonallinien, oder was auf dasselbe hinauskömmt, als die Flächen *stn'u*, *snt'u*, *stu'n*; woraus man schlieſsen kann, daſs in dem durch die mechanische Theilung ausgezogenen Rhomboëder der Endspitzenwinkel merklich gröſser seyn muſs, als der, welcher in dem getheilten Rhomboëder eine ähnliche Lage hat. Zufolge dessen, was weiter oben gesagt worden ist, ist dieser letztere Winkel um 26° 0' 53" kleiner, als der andre.

Man versuche es, einen Krystall von einer andern Gattung zu zertheilen, so wird man einen verschiedenen Kern erhalten. So wird z. B. ein Würfel von fluſsgesäuertem Kalk ein reguläres Octaëder geben,

welches man dadurch enthüllt, daſs man den Würfel über seine acht Ecken hin theilt. Zuerst werden acht gleichseitige Dreiecke zum Vorschein kommen, und hierauf muſs man nur die Theilung immer parallel mit den ersten Schnitten so weit verfolgen, bis von den Flächen des Würfels nichts mehr übrig ist. Der Kern der schwefelgesäuerten Barytkrystalle wird ein rechtwinkeliges Prisma *q*) seyn, dessen Grundfläche ein Rhombus ist, der Kern der Krystalle vom phosphorgesäuerten Kalk ein reguläres sechsseitiges Prisma, der vom geschwefelten Blei ein Würfel u. s. w.; und jede dieser Formen wird für die ganze Gattung beständig seyn, so daſs ihre Winkel keine, irgend merkliche Abänderung erleiden.

In Rücksicht der Krystalle, die sich nicht mechanisch theilen lassen, kann doch die Theorie, unterstützt durch gewisse Anzeigen, wovon wir in der Folge sprechen werden, so weit führen, daſs man ihre Kerngestalten wenigstens mit einer groſsen Wahrscheinlichkeit bestimmen kann.

Da wir den Namen primitive Gestalt gewählt haben, um den Kern der Krystalle zu bezeichnen, so werden wir sekundäre Gestalten die Form der Varietäten nennen, welche von der Kerngestalt abweichen.

In gewissen Gattungen bringt auch die Krystalli-

q) Die Seitenflächen desselben schlieſsen also unter schiefen Winkeln zusammen, aber die Endflächen stehen senkrecht auf jenen, daher nennt es Herr Haüy rechtwinkelig. *K.*

sation diese letzsere Form unmittelbar hervor. Es giebt z. B. Kalkspathkrystalle, die von dem Rhomboëder, welches man aus dem regulären sechsseitigen Prisma und aus andern Varietäten, wovon wir gesprochen haben, herausziehen kann, in nichts abweichen. Ferner geschieht es auch oft, dafs einige von den Flächen des sekundären Krystalls, denen der Kerngestalt parallel liegen. So findet man Krystalle von kohlengesäuertem Kalk, die dem auf der Fig. 3 ähnlich sind, und worauf die Krystallisation fünfeckige Ebenen gelassen hat, wie AEooI, AE*hh*G u. s. f., welche eben so liegen, wie die, welche man durch Theilung des Fig. 1. dargestellten sechsseitigen Prisma's zum Vorschein bringt *r*). In diesen Fällen ist gleichsam der Weg schon abgesteckt, um zum Kerne zu gelangen.

Man kann die Kerngestalt definiren als einen Körper von gleichbleibender Form, der in allen Krystallen einer und derselben Gattung symmetrisch eingeschlossen ist, und dessen Flächen den Richtungen der Blätter folgen, welche diese Krystalle zusammensetzen.

Die bis hieher beobachteten Kerngestalten belaufen sich auf sechs; nämlich: das Parallelepipedon, das Octaëder, das Tetraëder, das reguläre sechsseitige Prisma, das Rhomboidal- (Granat-) Dodecaëder, dessen Flächen lauter gleiche und ähnliche Rhomben sind, und

r) Dies ist der bekannte sechsseitig säulenförmig krystallisirte Kalkspath, an beiden Enden mit drei Flächen zugespitzt, welche auf den abwechselnden Seitenflächen aufgesetzt sind; so wie dies Fossil häufig vorkömmt. *K.*

und das Dodecaëder mit dreieckigen Flächen, welches zwei mit ihren Grundflächen vereinigte geradstehende Pyramiden bilden *s*).

Formen der integrirenden Moleküls.

Der Kern eines Krystalls ist nicht die äuſserste Grenze seiner mechanischen Theilbarkeit. Er kann immer noch weiter parallel mit seinen verschiedenen Flächen, und bisweilen noch in andern Richtungen getheilt werden. Die ganze den Kern umhüllende Materie läſst sich ebenfalls durch Schnitte theilen, welche mit denen parallel gehen, die für die primitive Form statt haben. Raisonnirt man hier so, wie wir in Bezug auf die mechanische Zergliederung des gemeinen Küchensalzes gethan haben, so wird man daraus den Schluſs ziehen, daſs die Grenze derselben, die sich in irgend einem Krystalle erreichen läſst, die Gestalt des integrirenden Moleküls geben muſs, welches der Gattung des Minerals eigen ist, wozu der Krystall gehört.

Wenn der Kern ein Parallelepipedon ist, das sich nur durch Schnitte, die mit seinen Flächen parallel gehen, weiter theilen läſst, wie dies bei dem kohlengesäuerten Kalk statt findet, so muſs offenbar das integrirende Molekül diesem Kern selbst ähnlich seyn.

Allein es kann auch geschehen, daſs das Parallelepipedon weitere Schnitte nach andern, als den vori-

s) Also kurz das Triangulär-Dodecaëder, Werner's doppelt sechsseitige Pyramide. *K.*

gen Richtungen zuläſst. Wir wollen z. B. annehmen, es sey ein Rhomboëder AA'KH (Fig. 10) zu gleicher Zeit parallel mit den sechs Rhomben, die es begrenzen, und durch Ebenen theilbar, deren jede durch eine schräge Diagonale AO, durch die Axe A'A und durch die zwischen eben dieser Diagonale und der Axe liegende Kante A'O geht. Diese Schnitte werden sechs Tetraëder absondern, welche man einzeln um das Rhomboëder herum in Stellungen abgebildet sieht, welche denen analog sind, die sie hatten, als sie in einen einzigen Körper vereinigt waren, so daſs man, so zu sagen, mit dem Auge die Art von Zerlegung des Rhomboëders, woraus sie entstehen, verfolgen kann. Diese Tetraëder stellen nun die integrirenden Moleküls der Substanz vor, deren Kerngestalt das Rhomboëder ist. So ist die Struktur des Turmalins.

Wir wollen eine andere Substanz nehmen, wie z. B. den phosphorgesäuerten Kalk, dessen Kerngestalt das reguläre sechsseitige Prisma seyn mag. In diesem Falle wird das Molekül doch vom Kern verschieden seyn, wenn dieser sich auch nur parallel mit seinen Flächen, d. h. mit seinen beiden Grundflächen und seinen sechs Seitenflächen theilen läſst. Dieses weitere Theilen führt auf dreiseitige Prismen, aus deren Verbindung der ganze Krystall besteht, wie man durch Betrachtung der Fig. 40, V. Taf. zu beurtheilen leicht in den Stand gesetzt wird. Man sieht darauf eine der Grundflächen des Prisma's in gleichseitige Dreiecke getheilt, deren jedes die Grundfläche eines kleinen dreiseitigen Prisma's ist, welches das integrirende Molekül vorstellt.

In der Folge werden wir nun sehen, daſs man die Formen der integrirenden Moleküls aller Krystalle auf drei der obigen zurückbringen kann, nämlich das Tetraëder oder die allereinfachste Pyramide, das dreiseitige Prisma oder das einfachste unter allen Prismen, und das Parallelepipedon oder den einfachsten geometrischen Körper, dessen Flächen je zwei und zwei unter einander parallel laufen. Und da wenigstens vier Ebenen erforderlich sind, um einen körperlichen Raum zu begrenzen, so sieht man wohl, daſs die drei Formen, von denen die Rede ist, worin sich nämlich die Zahl der Flächen auf vier, fünf und sechs beläuft, auch in diesem Betracht die möglichst gröſste Einfachheit besitzen. Wenn auch, ich wiederhole es, diese Formen nicht die der wahren integrirenden Moleküls seyn sollten, deren die Natur sich bedient, so verdienen sie doch wenigstens um so mehr die Stelle derselben in unsern Vorstellungen zu vertreten, da wir mit einem so geringen Aufwand von Mitteln eine Theorie zu begründen im Stande sind, die so mannichfaltige Resultate umfaſst.

Mehrere Naturforscher glaubten, die integrirenden Moleküls der Krystalle seyen bloſse Blättchen, deren Dicke unvergleichbar geringer wäre, als ihre übrigen Dimensionen, und nicht kleine Körper, deren Dicke ihrer Breite und Länge gleich oder doch proportionirt wäre. Ich habe anderswo *t*) die zahlreichen und ent-

t) *Journal des Mines*, No. 28., S. 305 u. f. f. Auszug aus dem *Traité de Minéralogie*. S. 81 u. fg.

scheidenden Beweise auseinander gesetzt, welche diese letztere Meinung begründen, und zugleich gezeigt, daſs die Dimensionen und Winkel dieser Moleküls in allen ursprünglichen Krystallen einer und derselben Substanz unveränderlich sind *u*). Ich will mich hier nicht dabei aufhalten, von neuem die Schwierigkeiten aus dem Wege zu räumen, die mir entgegengesetzt worden sind, theils weil ich die Genugthuung gehabt habe, zu sehen, daſs die Beantwortungen derselben denen, die die Theorie inne haben, sich wie von selbst aufdrängen, theils weil es mir nicht scheint, als sey sie von dem einzigen Schriftsteller recht gefaſst worden, der sie aus dem Gesichtspunkte, von dem ich eben gesprochen habe, angegriffen hat *v*).

u) Auf diesen Beweis hat der Herr Verfasser a. a. O. eigentlich den mehresten Fleiſs verwendet, und zugleich durch Vauquelin's Thatsachen Herrn de Lametherie völlig widerlegt, der in den verschiedenen Varietäten des krystallisirten Kalkspaths ein verschiedenes Verhältniſs der Säure gegen die Kalkerde angetroffen zu haben glaubte. Daſs übrigens die integrirenden Moleküls keine Blättchenform haben, sondern wahre rhomboidale Parallelepipeda sind, finde ich pag. 309. sub No. 6. des angeführten Stücks vom Journal des mines durch einen indirekten Beweis mehr angedeutet als ausgeführt. Was Herr de Lametherie diesem entgegengesetzt hat, kann ich nicht beurtheilen, weil mir die zweite Ausgabe seiner *Théorie de la Terre*, die Herr Haüy weiter unten citirt, fehlt. In der ersten Edition ist von der Form der integrirenden Moleküls §. XII. und §§. XV — XXII. nur beiläufig die Rede, und §. V. betrifft die sogenannten elementarischen Moleküls. *K.*

v) *Théorie de la Terre*, par Lametherie; seconde édition, T. I. p. 35 u. fgg.

Jede Form des integrirenden Moleküls variirt indeſs in ihren Dimensionen oder in der Gröſse ihrer Winkel, je nachdem sie der einen oder einer andern Gattung angehört *w*). Das Parallelepipedon ist bald schief, bald rechtwinkelig; es hat bald die Gestalt des Rhomboëders, bald die des Würfels, welches die vollkommenste unter den Formen dieser Art ist. Bald ist die Basis des dreiseitigen Prisma's bloſs gleichschenkelig, ein andermal ist sie gleichseitig, und in diesem letzteren Falle variirt das Verhältniſs zwischen seiner Höhe und seiner Grundfläche bei den verschiedenen Gattungen. Bei dem Tetraëder finden sich ähnliche Verschiedenheiten.

Es giebt indeſs Formen von integrirenden Moleküls, so wie Kerngestalten, welche mehreren Substanzen von verschiedener Natur gemeinschaftlich zukommen. Z. B. das salzgesäuerte Natrum und das geschwefelte Eisen haben, eins wie das andere, zur Kerngestalt den Würfel. Das reguläre Octaëder ist die Kerngestalt des Saphirs und zu gleicher Zeit des Gediegenen-Wismuths. In diesem Falle vereinigen sich die elementarischen Moleküls, wiewohl sie unter sich verschieden sind, so, daſs daraus die nämliche äuſsere Gestaltung entspringt, wie man etwa in der Geometrie ein Quadrat auf verschiedene Weise durch Zusammensetzung von Figuren, die in den verschiedenen Quadraten verschieden seyn kön-

w) Die Beobachtung lehrt nur die Gröſsen der Winkel, und nicht das Verhältniſs der Dimensionen zu einander; aber die Theorie giebt Data an, um diese letzteren zu bestimmen.

nen, machen kann. Wenn übrigens die Beobachtung gelehrt hat, daſs Mineralsubstanzen, die ihrer Natur nach verschieden sind, bisweilen sekundäre Krystalle von derselben Form, z. B. regelmäſsige sechsseitige Prismen mit einer Verschiedenheit der Struktur zeigen, welche eine Verschiedenheit in den Formen der Moleküls selbst vermuthen läſst: darf man sich da wundern, daſs man auch bei verschiedenen Gattungen integrirende Moleküls antrifft, deren Formen im Aeuſseren einander ähnlich sind, und doch aus Verbindungen von Grundstoffen entspringen, die gar nichts unter einander gemein haben können? Was aber Aufmerksamkeit verdient, ist, daſs bisher diese, mehreren Mineralien gemeinschaftliche Formen immer solche sind, welche einen auffallenden Charakter der Einfachheit und Regelmäſsigkeit haben, wie der Würfel, das reguläre Octaëder, das Rhomboidal-Dodecaëder u. s. w. Diese Formen sind gewissermaſsen die Grenzen, zu welchen die Krystallisation auf verschiedenen Wegen gelangt, statt daſs sie auf den übrigen, die von diesen Grenzen abführen, nur eine einzige Richtung nimmt, deren einziges Ziel eine besondere Gattung von Mineralien ist.

Gesetze, denen die Struktur unterworfen ist.

Nachdem die Kerngestalten und die Formen der integrirenden Moleküls bestimmt worden waren, blieben die Gesetze noch aufzusuchen übrig, denen diese Moleküls bei ihrem Zusammentreten gehorchen, um jene

Arten von regelmäſsigen Hüllen hervor zu bringen, welche eine und dieselbe Kerngestalt auf so mancherlei Weise umkleiden und verstecken.

Nun lehrt die Beobachtung, daſs diese umhüllende Materie eine Verbindung von Blättchen ist, welche von der Kerngestalt ausgehen, und an Umfang, es sey nun von allen Seiten auf einmal, oder nur an gewissen Stellen decresziren. Dieses Decresziren (*décroissement*) geschieht durch die regelmäſsige Subtraktion *x*) einer oder mehrerer Reihen von integrirenden Moleküls; und, indem die Theorie die Zahl dieser Reihen mittelst des Calculs bestimmt, ist sie im Stande, alle bekannten Resultate der Krystallisation nach ihren Gesetzen darzulegen, selbst künftigen Entdeckungen vorzugreifen, und die Formen anzugeben, welche bis jetzt bloſs hypothetisch sind, einst aber einmal den Naturforschern bei ihren Untersuchungen wirklich vorkommen können.

Sehr einfache Beispiele werden hinreichen, eine Vorstellung von den Gesetzen zu geben, nach denen die Decreszenzen, wovon wir sprechen, sich richten.

x) Ich habe mich in der Vorrede über diesen Ausdruck schon erklärt, und will nur hier daran kürzlich erinnern, daſs darunter ein ideales Entziehen der Molekülsreihen verstanden wird. Denn wo wir an einem Krystalle Decreszenzen finden, hat es das Ansehen, als wenn solche dadurch entstanden wären, daſs unter gewissen Intervallen eine oder mehrere Reihen von Moleküls fehlten, oder dem Krystall gewissermaſsen entzogen wären. *K.*

Decreszenzen y) auf den Kanten (*décroissemens sur les bords*).

Es sey *ss'* (II. Taf. Fig. 11) ein Rhomboidal-Dodecaëder. Dieser Körper, der, wie wir gesehen haben, eine von den sechs Grundgestalten der Krystalle ist, zeigt sich auch bisweilen als sekundäre Form, und dann hat er zum Kern bald einen Würfel, bald ein Octaëder. Wir wollen annehmen, der Kern sey ein Würfel.

Um diesen Kern zu enthüllen, ist es hinlänglich, nach und nach die sechs Ecken, welche aus vier zusammenstoſsenden Flächen entspringen, wie *s*, *r*, *t* u. s. w. durch Schnitte, die in der Richtung der kleinen Diagonalen geführt werden, wegzunehmen. Durch diese Schnitte werden eben so viel Quadrate, AEOI, EOO'E', IOO'I' (Fig. 12) u. s. w. zum Vorschein kommen, und dies sind die Flächen des Würfels.

Wir wollen einmal setzen, jede dieser Flächen sey die Basis einer ganzen Reihe decreszirender, bloſs aus kubischen Moleküls bestehender Blättchen, und jedes einzelne Blättchen rage an den vier Rändern über das folgende, um den Betrag einer Reihe dieser Moleküls

y) Ungeachtet das Wort Decreszenz gewöhnlich als ein *singulare tantum* betrachtet und angewendet wird; so muſs ich doch hier, der wissenschaftlichen Präcision wegen, davon abgehen, indem ein Krystall, wie sich bald ergeben wird, durch eine einzige Decreszenz oder durch mehrere Decreszenzen seine sekundäre Form erhalten kann.

heraus z). In der Folge werden wir die decreszirenden Blättchen, welche den Kern umhüllen, mit dem Namen aufgeschichtete Blättchen (*lames de superposition*) bezeichnen. Nun kann man leicht begreifen, daſs die verschiedenen Reihen sechs vierseitige, gewissermaſsen vierseitigen Treppen ähnliche Pyramiden hervorbringen werden, die auf den Flächen der Würfel ruhen. Drei von diesen Pyramiden sind (Fig. 13) vorgestellt, und ihre Spitzen liegen in *s*, *t*, *r'*.

Nun hat man sechs vierseitige Pyramiden, mithin erhält man vier und zwanzig Dreiecke, wie O*s*I, O*t*I u. s. w. Weil aber die Decreszenz von *s* bis *t* gleichförmig geschieht, und auch bei den andern Flächen dies statt findet, fallen allemal zwei und zwei Dreiecke in eine Ebene, und bilden einen Rhombus *s*O*t*I. Die Oberfläche des Körpers wird mithin aus zwölf gleichen und ähnlichen Rhomben bestehen, d. h. dieser Körper wird dieselbe Figur haben, wie der, der den Gegenstand der Aufgabe ausmacht. Diese Struktur findet sich, wiewohl etwas unvollkommen, bei den Boracitkrystallen, und die Wirkung der Decreszenz, wodurch sie entsteht, erreicht ihre Grenze in einer Substanz, deren Natur noch nicht ganz bestimmt ist,

z) Jedes aufgeschichtete Blättchen ist an jedem seiner vier Ränder um die Dimension einer Molekülsreihe schmäler, als das Blättchen, auf welchem es zunächst aufliegt. So kann man die Idee des Herrn Haüy vielleicht noch etwas verständlicher angeben, als im Texte geschehen ist. Die Sache bleibt immer dieselbe.

K.

und womit wir unsere Leser in der Folge genauer bekannt machen werden.

Das Dodecaëder, welches wir hier betrachten, ist auf der Fig. 13 so vorgestellt, daſs man den fortschreitenden Gang der Decreszenz mit dem Auge verfolgen kann. Untersucht man die Figur mit Aufmerksamkeit, so wird man sehen, daſs sie unter der Voraussetzung gezeichnet ist, daſs der kubische Kern auf jeder seiner Kanten siebzehn Kanten von Moleküls hat, woraus folgt, daſs jede seiner Flächen aus 289 Moleküls-Facetten zusammengesetzt ist, und daſs sein Inhalt gleich ist 4913 Moleküls. Nach eben dieser Voraussetzung giebt es hier acht aufgeschichtete Blättchen, wovon das letzte sich auf einen einfachen Würfel reducirt, und deren Kanten eine solche Anzahl von Moleküls angeben, durch welche die Reihe 15, 13, 11, 9, 7, 5, 3, 1 entsteht, deren Unterschied 2 ist, weil an jedem Ende immer eine Reihe fehlt.

Wenn wir indeſs an die Stelle dieser Art von grobem Gemäuer, welches jedoch den Vortheil hat, daſs es anschaulich ist, in Gedanken die unendlich feine Architektur der Natur setzen, so muſs man sich den Kern als aus einer unvergleichbar gröſseren Anzahl von Würfeln, die nicht mehr in die Sinne fallen, zusammengesetzt vorstellen. Dann wird auch die Anzahl der aufgeschichteten Blättchen ohne Vergleich gröſser seyn, als in der obigen Annahme. Daraus folgt ganz natürlich, daſs die Rinnen, welche diese Blättchen durch das abwechselnde Zurückweichen und Vorspringen ihrer Kanten bilden, für unsere Sinne null seyn müssen;

und dies findet auch wirklich bei den Polyëdern statt, welche die Krystallisation ganz frei und bequem, ohne in ihrem Gange weder getrieben, noch gestört zu werden, ausgearbeitet hat.

Wir wollen hier bemerken, daſs statt vier und zwanzig solcher Decreszenzen. welche auf jeder Kante von beiden Seiten zu zwei und zwei wirken, man auch nur zwölf annehmen könnte, so daſs man jede der zwölf übrigen als die Fortsetzung der ersten ansähe. Man kann z. B. annehmen, daſs die Decreszenzen direct gegen die vier Kanten der Basis AEOI (Fig. 12) und gegen die der unteren Basis wirken, um die zwei Pyramiden, welche ihre Spitzen in *s* und *s′* haben, hervorzubringen, in Rücksicht der übrigen Flächen des Würfels aber nur gegen die beiden Kanten II′, OO′, und gegen die entgegengesetzten hinter dem Würfel, um secundäre Flächen, die wie I*t*I′, O*t*O′ liegen, hervorzubringen. Wenn man nach dieser Annahme sich denkt, daſs die Wirkungen der Decreszenzen sich über die andere Seite der Kanten, welche ihnen zu Decreszenzlinien (*lignes de départ*) dienten, hinaus verlängern, so daſs diese Verlängerungen in Verbindung mit den durch die unmittelbare Wirkung der Decreszenzen entstandenen Flächen einen Raum umschreiben: so hat man offenbar dasselbe Dodecaëder. Wir werden in der Folge den Nutzen dieser Bemerkung sehen.

Wenn die über den Würfel geschichteten Blättchen von allen Seiten um zwei Reihen und darüber

decresziren *a*), so würden dann die Pyramiden gedrückter, niedriger seyn; ihre an einander liegenden Flächen würden sich nicht mehr je zwei und zwei in einer Ebene befinden, und der secundäre Krystall würde daher durch vier und zwanzig abgesonderte Dreiecke begrenzt seyn.

Decreszenzen in die Breite (*décroissemens en largeur*) nennt man die, wo, wie bei den obigen, jedes Blättchen nur die Höhe eines Moleküls hat, so dafs ihre ganze Wirkung um eine, zwei, drei Reihen u. s. w. in der Richung der Breite liegt. Die Decreszenzen in die Höhe (*décroissemens en hauteur*) sind die, wo jedes Blättchen über das folgende nur um eine Reihe in der Richtung der Breite her-

a) Man denke sich hiebei jede Fläche des primitiven Würfels in lauter Quadrate getheilt, deren Seiten den Seiten oder Kanten der Moleküls, also auch ihrer Höhe (als Würfel angenommen), gleich sind. Letztere werden treppenförmig von den vier Rändern der grofsen Quadratfläche an bis nach der Mitte zu übereinander geschichtet angenommen. Wenn die erste dieser decreszirenden Reihen nun in einer Entfernung vom Rande steht, die der Höhe der Moleküls gleich ist, so drückt Herr Haüy dies dadurch aus, dafs er sagt: die Blättchen decresziren um eine Reihe (wie der Fall bei dem Rhomboidal-Dodecaëder war); beträgt die Entfernung der ersten decreszirenden Reihe von jedem Rande doppelt so viel, als die Höhe der Moleküls, so decresziren die Blättchen, seiner Methode nach, um zwei Reihen; beträgt sie dreimal soviel — um drei Reihen u. s. w. Hiebei wird auch vorausgesetzt, dafs die Entfernung der übrigen, mit einander parallelen decreszirenden Reihen von einander so grofs, als die der ersten von dem Rande der primitiven Fläche ist. *K.*

vorragt, aber die doppelte, dreifache, vierfache Höhe u. s. w. eines Moleküls haben kann. Man drückt dies so aus: die Decreszenz geschähe um zwei, drei Reihen u. s. f. in die Höhe.

Die beiden oben erwähnten Arten von Decreszenzen sind im folgenden Beispiele, welches wir vom Pentagon-Dodecaëder des geschwefelten Eisens (des Schwefelkieses) hernehmen wollen, mit einander verbunden; s. Fig. 14.

Diese Varietät hat auch zum Kern einen Winkel, dessen Lage in Bezug auf das Dodecaëder durch die bloſse Betrachtung der Fig. 15 in die Augen fällt. Man sieht darin, daſs die über den Kern aufgethürmten Stücke, statt daſs sie, wie im vorigen Fall, Pyramiden seyn sollten, solche keilförmige Figuren sind, die zu Aussenflächen zwei Trapezia, wie OI*pq*, AE*pq*, und zwei gleichschenkelige Triangel E*p*O, A*q*I haben.

Wir wollen annehmen, die Decreszenzen geschähen hier um zwei Reihen in die Breite zwischen den Kanten OI und AE, II′ und OO′, EO und E′O′, und auf gleiche Weise auf den entgegengesetzten Quadraten; zu gleicher Zeit geschähen sie um zwei Reihen in die Höhe zwischen den Kanten EO und AI, OI und O′I′, OO′ und EE′, woraus man sieht, daſs diese Decrescenzen auf den verschiedenen Flächen des Würfels nach drei Richtungen statt haben, die sich unter rechten Winkeln schneiden. Da nun die Decreszenz um zwei Reihen in die Breite eine Fläche hervor zu bringen strebt, welche stärker geneigt ist, als die, welche von der Decreszenz um zwei Reihen in die

Höhe entspringt *b*), so wird jeder Haufen von decreszirenden Blättchen nicht mehr in eine Spitze, sondern in einen keilförmigen Körper (Fig. 16) sich endigen, d. h. er wird durch eine Kante *pq* oder *tn* begrenzt werden; und wenn man die Richtungen dieser beiden Kanten mit der Richtung der Kante *rs* (Fig. 14 und 15) vergleicht, die den über der Fläche EOO′E′ des Kerns aufgethürmten Haufen begrenzt, so wird man leicht ersehen, dafs diese drei Kanten perpendiculär auf einander stehen, zufolge des sich schneidenden Ganges, welchen die Decreszenzen nehmen.

Da nun ferner jedes Trapezium, wie O*pq*I (Fig. 15 und 16) mit dem Triangel O*t*I, welcher dem anliegenden Haufen zugehört, in derselben Ebene liegt, so werden diese beiden Figuren zusammen ein Fünfeck *p*O*t*I*q* bilden, woraus sich ergiebt, dafs, wegen der regulären Form des Kerns und wegen der Symmetrie der Decreszenzen, dieser Körper durch zwölf Flächen, welches gleiche und ähnliche Fünfecke sind, begrenzt werden mufs.

Es drängt sich uns hier eine zur Bestätigung der Theorie wichtige Bemerkung auf. Wenn man an-

b) Herr Hauy meint eigentlich, dafs die Fläche, welche die Decrescenz in die Höhe hervorbringt, steiler ist, als die durch die Decreszenz in die Breite hervortretende, oder umgekehrt letztere Fläche. Diese erhebt sich weniger über die Flächen der Grundgestalt, und ist in sofern nach dem mathematischen Sprachgebrauch eigentlich weniger geneigt, da der Winkel kleiner ist, den sie mit der Fläche der primitiven Gestalt macht, als der Winkel, den die Decreszenzen in die Höhe hervorbringen. *K.*

nimmt, dafs die verschiedenen Fünfecke, welche die Oberfläche des Dodecaëders ausmachen, sich gleichförmig um die Kanten des Würfels, wie um Charniere, drehen, so dafs z. B. von den zwei Fünfecken *ntIs′I′*, *ntOsO′* die Trapezia *ItnI′*, *OtnO′* in die Höhe steigen, oder sich hinabsenken, während die dazu gehörigen Triangel *Is′I′*, *OsO′*, in entgegengesetzter Richtung um eben so viel steigen oder sinken, so wird man eine unendliche Menge von verschiedenen Dodecaëdern erhalten, deren Flächen ebenfalls gleiche und ähnliche Fünfecke seyn werden. Unter diesen Dodecaëdern werden einige nach irgend einem Gesetze der Decreszenz möglich seyn, andere aber werden nach keinem Gesetze hervorgebracht werden können, und rein geometrische Körper seyn. In jedem Dodecaëder wird die Neigung des Fünfecks *ntIs′I′* gegen das Fünfeck *ntOsO′* am Orte der Kante *nt*, welche allein alle übrigen Winkel bestimmt, eine eigne Gröfse haben; und der Calcul zeigt, dafs in dem Fall der Decreszenz, von der wir gesprochen haben, diese Neigung 126° 52′ 8″ betragen mufs. Mifst man nun die, welche ihr im Dodecaëder des geschwefelten Eisens entspricht, so findet man dieselbe ungefähr 127°; und so wird durch die Uebereinstimmung des Calculs mit der Beobachtung bestätiget, dafs das Gesetz der Decreszenz in der Wirklichkeit vorhanden ist.

Was wir hier sagen, gilt gleichfalls für alle andern Resultate der Theorie in Vergleich mit den Resultaten der Erfahrung; man mufs daher schliefsen, dafs das Maafs, welches der Calcul giebt, die wahre

scharfe Bestimmung der mittelst des Gonyometers gefundenen Approximation ist, so daſs die Resultate dieser und jener Methode sich der völligen Gleichheit um so mehr nähern werden, je sorgfältiger dieses Instrument gearbeitet, und je geübter endlich der Beobachter ist.

Die schon in Beziehung auf das Rhomboidal-Dodecaëder gemachte Bemerkung wendet sich gleichsam von selbst auf den gegenwärtigen Fall an, d. h. anstatt der vier und zwanzigfachen Decreszenz, nämlich zwölf um zwei Reihen in die Breite und die übrigen zwölf um zwei Reihen in die Höhe, kann man sich darauf beschränken, nur die zwölf ersten in Erwägung zu ziehen, und annehmen, daſs ihre Wirkungen sich auf die andere Seite der Kanten, die ihnen zu Decreszenzlinien dienen, hinaus erstrecken.

Wir wollen ein neues vom winkelübertragenen kohlengesäuerten Kalk (*chaux carbonaté metastatique*) (I. Taf. Fig. 6) entlehntes Beispiel geben. Bei der Untersuchung über die Lage des Kerns haben wir gesehen, daſs die Kanten EO, OI, IK u. s. w. mit den unteren Kanten c) dieses Kerns zusammenfallen (Fig. 7), woraus folgt, daſs eben diese letzteren Kanten

c) Obere Kanten nenne ich die, welche an jeder Endspitze anliegen, und untere Kanten die, welche den vorigen entgegengesetzt sind, wie auch die Lage des Rhomboëders in dem Raume sey *).

*) Weiter oben nannte der Verfasser diese Kanten: Seitenkanten (*arêtes laterales*). Schade, daſs er diese Terminologie nicht beibehält. K.

ten die Linien sind, von wo die Decreszenz ausgeht, die hier bloſs bei ihnen, aber gar nicht bei den oberen Kanten statt hat.

Ferner läſst sich leicht begreifen, daſs die Kanten der aufgeschichteten Blättchen zusammen eben so viel Dreiecke *EsO*, *Is'O*, *Es'O* u. s. w. bilden, die sich auf die Anschuſslinien (*lignes de départ*) aufsetzen; und da dieser Linien sechs an der Zahl sind, so wird es zwölf Dreiecke geben, sechs an der obern, und eben so viel an der unteren Hälfte; und alle diese Dreiecke werden wegen der schrägen Lage der Anschuſslinien ungleichseitig seyn.

Was die Endkanten der aufgeschichteten Blättchen betrifft, so trifft sie nicht allein keine Decreszenz, sondern sie müssen sich sogar, immerfort an die Axe des Krystalls gelehnt, verlängern, damit der Kern gegen seine beiden Spitzen immer mehr eingehüllt werde, wie in dem Falle, wo er wüchse, ohne seine Form zu verändern.

Es muſs auch noch durch den mit der Beobachtung zu verbindenden Calcul das Gesetz der Decrescenz, wovon das Dodecaëder *d*) abhängt, bestimmet werden. Wenn man nun annimmt, dieses Gesetz wirke um eine Reihe, so folgt, daſs in diesem Falle die beiden Flächen, die auf beiden Seiten einer und dersel-

d) Herr Haüy gebraucht hier diesen allgemeinen Ausdruck für die I. Taf. Fig. 6, 7 gezeichnete doppelt sechsseitige Pyramide (als einen durch zwölf Flächen begrenzten Krystall) etwas uneigentlich, da das ächte Triangulär-Dodecaëder ganz andere Winkel hat. *K.*

Bayerische Staatsbibliothek München

ben Kante entstehen, in derselben Ebene liegen würden, und noch mehr, daſs sie der Axe parallel wären, welches auf den gegenwärtigen Fall nicht paſst. Die einfachste Hypothese, die sich nun darbietet, ist die, daſs die Decreszenz zwei Reihen in der Breite betrage. Hier zeigt nun der Calcul e), daſs das aus diesem Gesetz entspringende Dodecaëder zwei merkwürdige Eigenschaften haben muſs; die eine ist die, daſs der stumpfe Winkel *s*EO einer jeden beliebigen von diesen Flächen genau so groſs ist, wie der stumpfe Winkel des Kerns, d. i. 101° 32′ 13″; die andere besteht darin, daſs die Neigung der Flächen des Dodecaëders, die in den schärfsten Kanten desselben zusammenstoſsen, z. B. die Neigung von *s*IO gegen *s*IK, gleich ist der Neigung zweier benachbarten an einer und derselben Spitze des Kerns liegenden Flächen (wie AIOE, AIKG), d. h. = 104° 28′ 40″. Nun führt die mechanische Messung der Winkel in der That zu dem Resultate, daſs diese Gröſsen einander gleich sind, und giebt dadurch zu erkennen, daſs das angenommene Gesetz wirklich das Gesetz der Natur ist. Das ist eben diese Art von Uebertragung oder Versetzung (*métastase*) der Winkel der Kerngestalt auf den sekundären Krystall, welche der Varietät, von der die Rede ist, den Namen der winkelübertragenen (*métastatique*) verschafft hat.

Die Fig. 17 (III. Taf.) wird die Erklärung, die

e) Der weiter unten folgende geometrische Theil enthält die Beweise von dem, was hier jetzt nur historisch angeführt wird. *K.*

wir eben gaben, noch in ihr völliges Licht setzen. Sie stellt bloſs die oben auf den Kern gesetzte pyramidenähnliche Figur vor; der Kern ist daher zum Theil sichtbar, und macht dadurch den Gang und die Wirkungen der Decreszenz einleuchtender. Jeder Rand des Kerns ist in zehn Theile getheilt, woraus sich ergiebt, daſs jede Fläche aus hundert kleinen Rhomben zusammengesetzt ist, welches die äuſseren Facetten eben so vieler Moleküls sind. Diese Construktion erfordert nur acht aufgeschichtete Blättchen für jede von eben diesen Flächen; und da von diesen Blättchen je drei und drei immer mit einander an den Stellen, die den Endkanten des Kerns correspondiren, zusammenstoſsen, so bilden sie gleichsam decreszirende Hüllen, die sich der Reihe nach einander bedecken, und wovon die äuſserste aus acht kleinen Rhomboëdern bestehet. Betrachtet man die Lage der Linie E*s*, welche eine der Endkanten vorstellt, die aus der Summe aller körperlichen Ecken, welche in sie fallen, zusammengesetzt ist, so wird man bemerken, daſs die geometrische Spitze *s* des Dodecaëders etwas über der wirklichen physischen Spitze *s'* liegt; aber diese Abweichung muſs wegen ihrer unendlichen Kleinheit für Null gerechnet werden.

Was wir über das Wachsen der aufgeschichteten Blättchen an ihren oberen Kanten gesagt haben, wobei sie den Krystall auf der nehmlichen Seite immer stärker bedecken, ist eine Folge des allgemeinen Princips, nach welchem die auſserhalb der eigentlichen Decreszenz liegenden Theile der Blättchen sich einander,

wenn sie sich weiter ausbreiten, so bedecken, daſs keine einwärts gehende Winkel entstehen, solche vielmehr bei der Krystallisation, wenigstens bei einzelnen Krystallen, ausgeschlossen zu seyn scheinen *f*). Man kann indeſs von diesen lediglich Hülfsabänderungen abstrahiren, da die Wirkung der Decreszenzen allein die Form des sekundären Krystalls bestimmt. Man darf sich nur die Decreszenzen bei ihrem Entstehen denken, so hat man eben so viel Ebenen; und wenn man diese in Gedanken so weit verlängert, bis sie zusammentreffen, so führen sie zur vollkommenen Form des Polyëders, welches sie hervorzubringen streben; und darum zieht man beim Calcul, dessen Gang stets weit einfacher und rascher ist, als der des Raisonnements, bloſs die anfängliche Wirkung der Decreszenzen in Betracht.

Indeſs ist es doch nützlich, wenn man sich auch selbst von allen die Struktur eines Krystalls betreffenden einzelnen Umständen Rechenschaft geben kann, so daſs, wenn man eine bestimmte Zahl kleiner den Moleküls ähnlicher Körper vor sich hätte, man dieselben schichtweise in einer mit der natürlichen übereinkommenden Ordnung um einen gegebenen Kern herumlegen, und so eine künstliche Nachahmung der Krystallisation bewirken könnte. Ich will daher noch zuletzt in einem vom gleichaxigen kohlengesäuerten

f) Die einwärts gehenden Winkel, wenn solche bei den Krystallen vorkommen, sind Zufälligkeiten, die von besonderen Umständen abhängen, wovon wir im Verfolg dieses Werks sprechen werden.

Kalk (*chaux carbonaté équiaxe*, d. i. dessen Axe mit der Axe des Kerns eine und dieselbe ist,) hergenommenen Beispiele den fortschreitenden Gang der Decreszenzen Blättchen für Blättchen verfolgen, und gewissermaſsen die Struktur synthetisch zeigen.

Die Varietät, von der ich spreche, ist ein Rhomboëder, welches weit stumpfer ist, als der Kern, dessen groſser Winkel nämlich 114° 18′ 56″ beträgt. Die Fig. 18 stellt sie um ihren Kern beschrieben vor. Um diesen mit einemmale zu enthüllen, muſs man durch die schrägen Diagonalen der Flächen des sekundären Rhomboëders Schnittebenen legen. Einer der Schnitte, z. B. der, welcher durch die von *a* nach *t* und von *a* nach *u* gezogenen Diagonalen geht, und den körperlichen Winkel *z* wegnimmt, fällt mit der Fläche *abdf* des Kerns zusammen. Nun sind sechs seitwärts liegende Ecken, *z*, *c*, *y* auf der einen, *t*, *m*, *u* auf der andern Seite. Man wird also sechs Schnitte haben, die je drei und drei um jede Endspitze herumliegen werden *g*); und da die oberen Ecken mit den unteren abwechseln, so werden die sie wegnehmenden Schnitte, welche unter einander auf dieselbe Art abwechseln, sich so schneiden, daſs sie sechs Rhomben geben, die die Oberfläche des Kerns bilden.

Um die Struktur dieses eben erwähnten sekundären Krystalls zu begreifen, wollen wir das Rhomboidal-Dodecaëder wieder betrachten, das, wie wir gesehen ha-

g) Nämlich drei Schnitte unter der oberen Endspitze, und eben so viele über der unteren Endspitze. *K.*

ben, durch eine Decreszenz um eine Reihe kleiner Würfel auf den zwölf Kanten eines kubischen Kerns entstand. Im allgemeinen ist die Wirkung dieser Decreszenz so beschaffen, daſs auf beiden Seiten einer jeden Kante, wie O O′ (Fig. 12) zwei dreieckige Flächen, O *r* O′, O *t* O′, entspringen, welche, da sie in derselben Ebene liegen, einen Rhombus O *r* O′ *t* zusammen bilden, dessen kleine Diagonale die Kante O O′ ist, welche zur Anschuſslinie gedient hatte.

Jetzt wollen wir uns also vorstellen, der Kern sey das primitive Rhomboëder *a b a′ f* (Fig. 18) vom kohlengesäuerten Kalk. Ferner wollen wir setzen, die Decreszenz der aufgeschichteten Blättchen betrüge eine Reihe kleiner diesem Kern ähnlicher Rhomboëder, geschähe aber nur auf den drei Kanten *ab*, *af*, *an*, die sich um die Spitze *a* vereinigen, und auf denen Kanten, welche jenen auf der untern Hälfte correspondiren. Dann werden sich statt der zwölf Rhomben nur sechs bilden, deren kleine Diagonalen, wie im andern Falle, mit den Kanten *ab*, *af*, *an* u. s. w. zusammenfallen werden.

Die andern Theile der aufgeschichteten Blättchen, d. h. die, welche in den mittleren Kanten *bd*, *df*, *fx* u. s. w. liegen, und an den Decreszenzen keinen Antheil nehmen, werden dennoch auch Veränderungen erleiden, deren Zweck aber dahin geht, die von jenen Decreszenzen hervorgebrachten Flächen zu verlängern, so daſs sie sich schneiden. Die Folge davon ist, daſs die Blättchen, statt die Figur des Rhombus zu behalten, wie dies geschehen würde, wenn die Decreszenz

auf allen Kanten auf einmal vor sich ginge, allmählig in dem Maaſse, als sie sich vom Kern entfernen, durch die Figur des Fünfecks und des Dreiecks hindurchgehen werden. Die Entwickelung der Struktur wird dazu behülflich seyn, sich eine genaue Vorstelluug von diesen Veränderungen zu machen.

Es sey *abdf* (Fig. 19 A) der nämliche Rhombus, wie Fig. 18; was wir von diesem Rhombus sagen werden, wird man leicht auch auf die fünf andern anwenden können. Wir denken uns ihn so getheilt, wie es die Fig. 19 darstellt, nämlich in 81 Theil-Rhomben, die als die äuſseren Flächen eben so vieler Moleküls anzusehen sind, welches für den ganzen Kern 729 Moleküls giebt.

Das erste aufgeschichtete Blättchen, welches auf den Rhombus *abdf* zu liegen kommt, wird das seyn, was man Fig. 19 B sieht, in welchem U*l*Z*d'* die groſse äuſsere, und CU*lh'*, XZ*lh'* die beiden kleinen oberen Flächen vorstellen. Man lege dieses Blättchen auf die Fläche *abdf* (Fig. 19 A) so, daſs der Punkt *h'* auf den Punkt *h*, der Punkt A' auf den Punkt A, und der Punkt B' auf den Punkt B fällt. Man sieht sogleich, daſs durch diese Anordnung die beiden oberen Reihen der Fläche *abdf* (Fig. 19 A), welche zwischen den Linien *ab*, A*h* einerseits, und *af*, B*h* anderseits liegen, unbedeckt bleiben, wodurch das Gesetz der Decreszenz um eine Reihe Moleküls in Ausübung gebracht wird.

Das Blättchen, wovon hier die Rede ist, ist ein Fünfeck, welches durch die Wegnahme dreier kleiner

Rhomboëder entspringt, die es unterwärts vollständig machten. Diese Wegnahme ist nothwendig, damit das Blättchen in Rücksicht seiner Figur mit der Wirkung der Decreszenz harmonire, wie wir dies bald erklären werden.

Die beiden Reihen von Rhomboëder, welche auf beiden Seiten an den Linien D*d*′, E*d*′ (Fig. B) liegen, sind angesetzt, damit der Kern gegen die Kanten *bd*, *fd* (Fig. 19 A) hin, welche diesen Linien correspondiren, umhüllt werde, und zu wachsen fortfahre. Da diese beiden Reihen hinlänglich sind, den leeren Raum auszufüllen, so sieht man, dafs keine dergleichen an den angrenzenden Kanten der auf die benachbarten Flächen aufgeschichteten Blättchen angesetzt werden dürften. Das Verfahren wird von selbst zeigen, wie mit diesen Arten von Ansätzen zu verfahren ist.

Die Fig. 19 C stellt das zweite aufgeschichtete Blättchen vor, welches auf das erste so gelegt werden mufs, dafs die Punkte *i*′, D′, E′, *d*′, auf die mit denselben Buchstaben bezeichneten Punkte (Fig. 19 B) fallen.

Decreszenzen auf den Ecken (*décroisemens sur les angles*).

Die Decreszenzen, welche von Kanten ausgehen, und die wir Decreszenzen auf den Kanten nennen, reichen nicht hin, um alle Verschiedenheiten der Formen, die die sekundären Krystalle zeigen, zu erklären. Die Beobachtung und der Calcul beweisen,

daſs man auch noch solche Decreszenzen zulassen muſs, welche Ecken zu Anschuſspunkten (*points de départ*) haben, und deren Wirkung den Diagonalen parallel läuft. Wir werden sie Decreszenzen auf den Ecken (*décroissemens sur les angles*) nennen.

Damit man die Methode leichter übersehen kann, der ich bei Aufsuchung dieser neuen Decreszenzen gefolgt bin, bemerke ich, daſs die nehmlichen Substanzen, welche als ein Pentagon-Dodecaëder, das aus dem Würfel entstanden ist, erscheinen, und auch die Form des Rhomboidal-Dodecaëders annehmen können, auch unter der Gestalt des regulären Octaëders vorkommen. Nun scheint es auf den ersten Anblick, als lieſse sich die Struktur dieses Octaëders auf eine Decreszenz auf den Kanten von einem Würfel zurückführen; denn wenn man die aufgeschichteten Blättchen bloſs auf den Kanten zweier entgegengesetzten Flächen dieses Würfels decreszirend anschieſsen läſst, z. B. auf den Kanten der oberen Grundfläche AEOI (Fig. 20) und der unteren A′E′O′I′, so wird man überhaupt zwei auf eben diesen Grundflächen errichtete Pyramiden haben; und nimmt man ferner an, daſs die Flächen jeder Pyramide sich so weit verlängern, bis sie die der andern Pyramide treffen, was nichts weiter ist, als daſs die Wirkung des Gesetzes der Decreszenzen in dem zwischen den Grundflächen des Würfels liegenden Raume weiter fortgesetzt wird, so muſs man auf ein Octaëder kommen, dessen Winkel verschieden seyn werden, je nachdem das Gesetz eine mehr oder minder beträcht-

liche Zahl von subtrahirten Reihen *h*) ergeben wird. Allein die Theorie zeigt, dafs kein Gesetz statt findet, so verwickelt man es auch annehmen möchte, welches im Stande wäre, gleichseitige Triangel für die Flächen dieses Octaëders zu geben.

Wenn man auf der andern Seite ein aus dem Würfel entstandenes Octaëder theilt, so bemerkt man, dafs der kubische Kern in diesem Octaëder so liegt, dafs jede von den sechs Ecken des ersteren in den Mittelpunkt einer der Flächen des zweiten fällt, welches bei der Voraussetzung einer Decreszenz auf den Kanten nicht statt finden könnte *i*). Die Fig. 20 stellt eine solche Figur vor, und man bemerkt beim blofsen An-

h) Subtrahirte Reihen sind solche Reihen von Moleküls, welche den über einander geschichteten Blättchen, indem diese decresziren, als entzogen an den Rändern gedacht werden. Dies ist eine blofse Vorstellungsart, eben so, wie in der populären Wernerschen Krystallographie die Abstumpfung, Zuschärfung und Zuspitzung; allein sie ist sehr fruchtbar in ihren Resultaten, weil sich der mathematische Calcul darauf anwenden läfst. Die Anzahl der subtrahirten Reihen hängt von dem Verhältnisse der Höhe gegen die Breite in der Decreszenz ab; denn dies bestimmt den Winkel. Das Gesetz der Decreszenz, wovon Herr Haüy spricht, ist ebenfalls nichts weiter als dieses Verhältnifs. *K*.

i) In diesem Falle würden nämlich nur zwei einander entgegengesetzte Ecken in den Mittelpunkt derjenigen Flächen des Würfels treffen, wovon die Decreszenz oben und unten ausginge; die vier andern Ecken des Octaëders müfsten je zwei und zwei in die Durchschnittsebenen der gegenüberstehenden Kanten des Würfels fallen. *K*.

blicke derselben, daſs man, um den Kern zu erhalten, die sechs Ecken des Octaëders nach und nach durch Schnitte wegnehmen muſs, welche auf den Axen, die durch die nämlichen Ecken hindurchgehen, perpendiculär stehen, und da der Krystall gegen die Kanten hin, welche den Linien F*d′*, G*d′* correspondiren, einen neuen Zuwachs erhalten muſs, so sieht man ein, daſs statt einer Reihe, die auf beiden Seiten an die Linien D*d′*, E*d′* (Fig. 19 B) angesetzt wurde, an die Linien F*d′*, G*d′* (Fig. 19 C) auf beiden Seiten zwei angesetzt werden muſsten.

Nach und nach legt man die beiden auf der Fig. 19 D und 19 E vorgestellten Blättchen eben so auf, und beobachtet dabei, daſs die mit einem Strich begleiteten Buchstaben in jeder Figur allemal mit denselben Buchstaben ohne Strich in der vorhergehenden Figur zusammenfallen.

Ueber die Grenze hinaus, welche der Fig. 19 E entspricht, hören die aufgeschichteten Blättchen auf, die mittleren Kanten des Krystalls mit ihren, diesen Kanten analogen Rändern einzuhüllen, und werden zu bloſsen Dreiecken. Dies wird man gewahr werden, wenn man die auf der Fig. 19 F, 19 G, 19 H gezeichneten Blättchen betrachtet, bei deren Lagen auf einander dieselben Regeln, wie oben, beobachtet werden.

Die Zahl der Rhomboëder, aus welchen die verschiedenen Blättchen bestehen, nimmt immer ab; das letzte Blättchen reducirt sich auf ein einziges Rhomboëder *d′* (Fig. 19 I), welches auf das mit dem

nämlichen Buchstaben (Fig. 19 H) bezeichnete zu liegen kömmt, und die Spitze einer der um die Seiten des secundären Rhomboëders herumliegenden Ecken bilden wird.

Man sieht nun, warum die aufgeschichteten Blättchen, wie sie vom Kern ausgehen, allmählich fünfeckige und dreieckige Figuren annehmen. So ist z. B. jedes von dem Krystall (Fig. 18) durch einen Schnitt, der zwischen der Ecke *z* und den Mitten der Linien *zt*, *zu* durchgeht, abgesonderte Blättchen nothwendig ein Dreieck, und hat dieselbe Struktur, wie P′*t*′R′ (Fig. 19 G), d. h. es ist wirklich an seiner Grundfläche gekerbt, so dafs die unmerklichen Einschnitte, die auf dem von der Natur erzeugten Krystalle an den Stellen der Grundflächen dieser Arten von Blättchen vorhanden sind, in der Verlängerung der Einschnitte liegen, die aus der Decreszenz auf den Kanten entspringen. Es giebt sogar Krystalle, deren Oberfläche wegen eines nicht so vollendeten Geschäftes der Krystallisation sichtlich dergleichen Kerben wahrnehmen läfst, die den ganzen Umfang der Flächen in Richtungen, welche mit den kleinen Diagonalen parallel gehen, gleichsam durchfurchen, die daher mit den Flächen des Würfels nothwendig parallel laufen würden.

Aus dem Verhältnisse der Stellung beider Figuren gegen einander, wovon ich eben gesprochen habe, verbunden mit der Unmöglichkeit, hier den theoretischen Calcul anzuwenden, schlofs ich, dafs das Gesetz der Decreszenzen in diesen Fällen auf einem andern Wege

zu seinem Zwecke gelange, als auf dem, der zu den vorhin beschriebenen Formen führt; und die Untersuchungen über diesen Gegenstand haben eine neue Reihe von Thatsachen enthüllt, welche die Fruchtbarkeit der Krystallisationslehren erhöhen, und zugleich die Theorie sehr bereichern.

Es sey OII′O′ (Fig. 21) eine von den Flächen des kubischen Kerns in eine Menge kleiner Quadrate getheilt, welche die Grundflächen eben so vieler Moleküls abgeben werden. Nun lassen sich die Reihen oder Netze von Moleküls nach zwei verschiedenen Richtungen betrachten, nämlich in der Richtung der Kanten, wie die durch die Buchstaben *a*, *n*, *q′*, *r′*, *s′* u. s. w. bezeichnete Reihe, oder in der Richtung der Diagonallinien, wie die Reihen, deren eine mit *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, u. s. w., die andere mit *n*, *t*, *l*, *m*, *p*, *o*, *r*, *s*, eine dritte mit *q′*, *v*, *k*, *u*, *x*, *y*, *z*, u. s. w. bezeichnet ist. Die Fig. 22 stellt eine dieser Reihen besonders vor.

Die Moleküls der mit den Kanten parallel laufenden Reihen berühren sich mit einer ihrer Flächen, und die Reihen selbst sind bloſs neben einander gelegt. Die Moleküls der mit den Diagonalen parallel gehenden Reihen berühren sich nur durch eine Kante, und die Reihen greifen in einander *k*). Hiernach scheint es ganz

k) Letzteres ist eigentlich der wesentliche Charakter. Bei den Moleküls, die parallel mit den Kanten laufen, grenzt eins der ersten Reihe mit seiner ganzen Fläche an das der zweiten Reihe, aber auch nur an eins, und hier, bei den mit der Diagonale parallel laufenden Moleküls trifft die Kante eines derselben von der ersten Reihe zwischen zwei Kan-

klar, daſs die auf die Flächen eines kubischen oder andern Kerns aufgethürmten Blättchen, in mehreren Fällen auch durch Subtraktion solcher den Diagonallinien parallel liegender Reihen, allmählig Decreszenzen bilden können.

Dabei sind nun die vermittelst der Decreszenz erzeugten Flächen nicht mehr bloſs mit Streifen gefurcht, wie bei den Decreszenzen an den Kanten, sondern sie sind mit Spitzen borstenartig gestachelt, die, weil sie alle in einer Ebene liegen, und wegen ihrer Feinheit dem Auge entgehen, sich daher als eine ebene Oberfläche zeigen.

Denkt man sich nun, daſs die Blättchen, die von den Flächen eines Würfels ausgehen, und sich über einander legen, auf allen Winkeln eben dieser Flächen um eine einzige Reihe decresziren, so wird diese Decreszenz das reguläre Octaëder hervorbringen, dessen mechanische Theilung wir angegeben haben.

Um diesen Erfolg einleuchtender zu machen, wollen wir hier noch die synthetische Methode anwenden, die Reihe der aufgeschichteten Blättchen durch-

ten zweier an einander grenzenden Moleküls der zweiten Reihe. Wenn ferner die Lage eines Moleküls der zweiten Reihe verglichen wird mit den benachbarten der ersten und dritten Reihe, so stöſst das Molekül der zweiten Reihe genau an das ähnlich liegende der ersten und dritten Reihe, für den Fall, daſs alle mit der Kante parallel laufen; es fallt aber zwischen vier andere Moleküls (wovon zwei der ersten und zwei der dritten Reihe angehören), wenn ihre Lage überhaupt parallel mit der Diagonale angenommen wird.

K.

laufen, und dabei die Hülfsabänderungen anzeigen, die sie erfahren, und welche die Wirkung der Decreszenz, worauf alles sich bezieht, unterstützen.

Es sey AEOI (Fig. 23 A, IV. Taf.) die obere Grundfläche des Kerns in 81 kleine Quadrate oder Flächen von Moleküls eingetheilt. Was wir von dieser Grundfläche sagen, muſs eben so von den fünf übrigen Flächen des Würfels verstanden werden.

Die Fig. 23 B stellt das erste aufgeschichtete Blättchen vor, welches auf AEOI (Fig. 23 A) so gelegt werden muſs, daſs der Punkt *e'* den Punkt *e*, der Punkt *a'* den Punkt *a*, der Punkt *o'* den Punkt *o*, und der Punkt *i'* den Punkt *i* deckt. Man sieht sogleich, daſs bei diesem Verfahren die Quadrate E*e*, A*a*, O*o*, I*i* (Fig. A) leer bleiben, welches die anfangende Wirksamkeit des angezeigten Decreszenzgesetzes ist. Man sieht ferner, daſs die Säume QV, PN, LC, FG (Fig. B) über die Ränder EA, EO, OI, IA (Fig. A) um eine Reihe hervorragen, wie dies nothwendig ist, damit der Kern an eben diesen Rändern umhüllt wird; und daſs der Körper in der Regel auch an den Stellen wächst, wohin die Decreszenz sich nicht erstreckt.

Die obere Fläche des zweiten Blättchens wird BKHD (Fig. 23 C) gleich seyn, und dieses Blättchen wird über das vorhergehende so gelegt werden müssen, daſs die Punkte *e''*, *a''*, *i''*, *o''* den Punkten *e'*, *a'*, *i'*, *o'* (Fig. B) entsprechen. Hiebei bleiben die Quadrate leer, deren äuſsere Winkel in Q, S, R, P, V, T, M, G u. s. w. liegen, und so schreitet die De-

creszenz um eine Reihe weiter fort. Man sieht hier auch, dafs der Körper an den EA, EO, OI, IA (Fig. A) entsprechenden Kanten allmählig wächst; denn zwischen B und H z. B. (Fig. C) sind dreizehn Quadrate, statt dafs zwischen QV und LC (Fig. B) nur eilf sind. Da aber die Wirkung der Decreszenz die Oberfläche der Blättchen in der Richtung der Diagonalen immer schmäler und schmäler macht, so braucht man an den nicht decreszirenden Kanten nur einen einzigen Würfel B, K, H oder D (Fig. C) anzusetzen, statt der fünf, die dies vorhergehende Blättchen an den Linien QV, PN, LC, FG (Fig. B) begrenzten.

Die grofsen Flächen der aufgeschichteten Blättchen, die bis dahin Achtecke QVGFCLNP (Fig. B) waren, und nun die Figur des Quadrates BKHD (Fig. C) *l*) erhalten haben, werden über diesen Punkt hinaus auf allen Seiten zugleich decresziren, so dafs das folgende Blättchen zu seiner oberen grofsen Fläche das Quadrat B'K'H'D' (Fig. D) haben wird, welches nach allen Richtungen um eine Reihe kleiner ist, als das Quadrat BKHD (Fig. C); man legt das erste so auf das zweite, dafs die Punkte *c'*, *f'*, *h'*, *g'* (Fig. D) den Punkten *c*, *f*, *h*, *g* (Fig. C) entsprechen.

Die Figuren E, F, G, H stellen die vier Blättchen vor, die sich allmählig über das vorhergehende erheben sollen,

l) Im gegenwärtigen Fall findet diese Figur schon vom zweiten aufgeschichteten Blättchen an statt. Nimmt man einen aus einer gröfseren Anzahl von Moleküls zusammengesetzten Kern, so wird diese Grenze offenbar weiter zurückgeschoben seyn.

sollen, nach der Regel, daſs wie oben die gleichen Buchstaben sich entsprechen. Das letzte Blättchen wird zu einem bloſsen Würfel, der mit *z'* (Fig. I) bezeichnet ist, und auf den zu liegen kommen muſs, welcher durch denselben Buchstaben (Fig. H) kenntlich gemacht ist.

Aus allem diesem folgt, daſs die auf die Grundfläche EAIO (Fig. A) aufgeschichteten Blättchen durch ihre decreszirenden Ränder zusammen vier Flächen hervorbringen, die von den Punkten E, A, I, O ausgehen, und sich unter der Gestalt einer pyramidalischen Spitze gegen einander neigen.

Man bemerke nun, daſs die Länge dieser Ränder anfänglich zunimmt, wie man beim Anblick der Fig. B und C sieht, dann aber immer mehr und mehr abnimmt, wie man aus den folgenden Figuren ersieht. Daraus folgt, daſs auch die durch eben diese Ränder gebildeten Flächen von ihrem Entstehen bis zu einem gewissen Punkte breiter werden, über welchen hinaus sie sich verengen; so daſs sie eine Verbindung zweier mit ihren Grundlinien vereinigten Triangel, d. h. ein Viereck bilden *m*). Man sieht (Fig. 24) eins von die-

m) Wenn man sich nämlich alle Blättchen von Fig. A — I dergestalt über einander liegend vorstellt, als vorhin angegeben ist, so giebt O (Fig. A) die Spitze eines Dreiecks ab, dessen Basis KH (Fig. C) oberhalb liegt, und NL (Fig. B) ist eine in demselben Dreieck befindliche mit KH parallele Linie. Ferner ist Z (Fig. 3) die Spitze eines entgegengesetzten Dreiecks, dessen Basis auch KH (Fig. C) ist. K'H' (Fig. D) und die mit diesem ähnlich liegenden Rän-

sen Vierecken, in welchem der untere Winkel *o* mit dem Winkel O des Kerns (Fig. 20) zusammenfällt *n*), und die Diagonale *tx* stellt die Kante HK (Fig. 23 C) des Blättchens BKHD vor, welches in der Richtung eben dieser Kante die gröſseste Ausdehnung hat. Und da die Zahl der Blättchen, die den Triangel *tox* (Fig. 24) hervorbringen, kleiner ist, als die Zahl der Blättchen, woraus der Triangel *tsx* entspringt, weil nur ein einziges Blättchen vor dem Blättchen BKHD (Fig. C) kommt, indeſs deren sechs bis zum Würfel *z* (Fig. I), diesen mit eingeschlossen, auf dasselbe folgen: so muſs der Triangel ts*x* (Fig. 24), der aus der Summe der Ränder dieser letzteren Blättchen zusammengesetzt ist, weit mehr Höhe haben, als der untere Triangel *tox*, wie die Figur es darstellt.

Die Oberfläche des sekundären Körpers wird demnach aus 24 Vierecken gebildet werden, wovon immer drei und drei um jede Ecke des Kerns herumliegen. So wie aber bei den Decreszenzen um eine einzige Reihe auf allen Kanten, die auf beiden Seiten jeder

der in Fig. E, F, G, H, sind auch mit dieser gemeinschaftlichen Basis parallel, aber im oberen Dreieck ZKH befindlich. Dieses Dreieck mit dem in derselben Ebene liegenden Triangel OKH machen zusammen ein unregelmäſsiges Viereck aus. *K.*

n) Denn der Winkel *o* (Fig. 24) ist eigentlich nichts anders als O der Fläche EAIO (Fig. 23 A), und der hier sichtbare Punkt O trifft allerdings mit der Ecke O des Kerns (Fig. 20) zusammen), da EAIO (Fig. 25 A) dessen obere Fläche vorstellet. *K.*

Kante entstandenen Flächen sich in derselben Ebene befinden, so liegen auch bei den Decreszenzen um eine Reihe auf allen Ecken die von den drei Seiten jeder Ecke, wie O (Fig. 20), entspringenden Flächen in einer Ebene, so daſs sie nur eine einzige Fläche bilden; und da der Würfel acht Ecken hat, deren jede aus drei ebenen Winkeln besteht, so wird der sekundäre Krystall acht Flächen haben, die wegen der Regelmäſsigkeit des Kerns gleichseitige Dreiecke seyn werden, d. h. der sekundäre Krystall wird ein regelmäſsiges Octaëder seyn. Eins von diesen Dreiecken ist (Fig. 26) so abgebildet, daſs man auf den bloſsen Blick von der Aneinandersetzung der Würfel, die zur Bildung desselben sich vereinigen, urtheilen kann.

Daſs die Flächen, welche durch Subtraktionen einer einzigen Reihe von Moleküls zu beiden Seiten einer und derselben Kante gebildet werden, oder welche rings um eine und dieselbe Ecke entstehen, in einerlei Ebene fallen, ist ein allgemeines Resultat der Krystallisation, welches für jede beliebige Kerngestalt gilt.

Der Fall, den wir eben betrachtet haben, und der bei dem salzgesäuerten Natrum, dem geschwefelten Eisen, dem geschwefelten Blei u. s. w. statt findet, giebt uns ein neues Beispiel einer Form, die bei gewissen Gattungen Kerngestalt ist, bei andern die Stelle einer sekundären Form einnimmt. So zieht die Theorie die Scheidelinie zwischen Gegenständen, die das Auge zu vermengen in Versuchung gerathen würde.

Wenn die Decreszenzen ihre Wirkung nicht vollkommen erreichten, d. h. wenn sie diesseits der Grenze

inne hielten, wo die Flächen, die sie hervorbringen, sich in eine Spitze zu vereinigen streben, so würden auf dem sekundären Krystall Flächen bleiben, die denen des Kerns parallel laufen. Der erstere würde alsdenn vierzehn Flächen haben, nämlich sechs, die so liegen, wie die Flächen eines Würfels, und acht in der Lage einer regulären Octaëders. Bei den Krystallen des geschwefelten Eisens ist nichts so gemein, als diese Abänderung, der wir den Namen kubo-octaëdrisches geschwefeltes Eisen (kubo-octaëdrischer Schwefelkies) geben *o*).

Hier tritt auch die Bemerkung wieder ein, welche wir in Rücksicht der Decreszenzen auf den Kanten gemacht haben. Wenn man bloſs die unmittelbare Wirkung der Decreszenzen an den Ecken zweier entgegengesetzter Flächen, z. B. der Grundflächen AEOI, A'E'O'I' (Fig. 20) in Erwägung zieht, und dann sich denkt, daſs die acht Flächen, welche aus diesen Decreszenzen entspringen, sich zwischen den Grundflächen bis zu dem Punkte, wo sie sich schneiden, verlängern, so wird das Resultat immer ein reguläres Octaëder seyn, vorausgesetzt, daſs die Decreszenzen ihre höchste Grenze erreichen.

Wenn aber das Gesetz dieser Decreszenzen einen rascheren Gang nähme, d. h. wenn jedesmal mehr als eine subtrahirte Reihe bemerkt würde, so würden die drei Trapezoide *stox*, *mtor*, *nrox* (Fig. 25), die

o) Herrn Werner's Mittelkrystall zwischen dem Würfel und Octaëder. *K.*

sich um die nehmliche Ecke herum bilden, nicht mehr in einer einzigen Ebene liegen; sie würden sich gegen einander neigen, und der sekundäre Körper würde vier und zwanzig Flächen haben, die ebenfalls Trapezoiden, aber von anderen Werthen der Winkel seyn würden.

Der trapezoidische Analcim *p*) (*analcime trapezoïdal*) hat eine Struktur von dieser Art, die von einer zweireihigen Decreszenz an allen Ecken des primitiven Würfels entsteht. Die daraus entspringende Form ist der des trapezoidischen Granats ganz und gar ähnlich; allein diese Aehnlichkeit ist nur scheinbar; sie verbirgt in sich eine Kerngestalt, welche von der des Granats gänzlich abweicht, da diese letzte das Rhomboidal-Dodecaëder ist.

Wir wollen indefs zur Kerngestalt das Fig. 27 gezeichnete Rhomboëder wählen, welches vom Würfel nur wenig abweicht, da es ein wenig spitz ist.

Wir wollen setzen, dafs die Blättchen, die sich über alle Flächen dieses Rhomboëders aufschichten, nur auf denjenigen Ecken decresziren, welche an den Endspitzen A, O′ liegen, und dafs diese Decreszenz zweireihig sey. Nunmehr werden sich statt vier und zwanzig Flächen nur sechs bilden; und denkt man sie bis dahin, wo sie zusammentreffen, verlängert, so

p) Ein in deutschen Mineralogien noch nicht aufgeführtes Fossil, dessen Varietät dem Würfelzeolith zeither mit einverleibt worden ist, dessen Natur aber erst weiter unten näher angegeben werden kann. *K.*

werden sie die Oberfläche eines sehr stumpfen Rhomboëders bilden, welches die sekundäre Form seyn wird.

Die Fig. 28 stellt dies letztere Rhomboëder nebst seinem Kerne vor. Man sieht auf ihr, daſs die Endspitzen des ersteren A, O′ mit den Endspitzen des primitiven Rhomboëders, welches die Anschuſspunkte der Decreszenzen sind, zusammenfallen, und daſs jede seiner Flächen, wie *Aeoi*, einer Fläche AEOI des Kerns entspricht, so daſs die Diagonale, die durch die Punkte *e*, *i* hindurch geht, derjenigen parallel ist, welche von E nach I geht, und bloſs eine höhere Lage hat.

Die Beobachtung zeigt, daſs dieses Resultat durch die Krystallisation an einer Varietät des Eisenglanzes, welche den Namen binärer Eisenglanz (*fer oligiste binaire*) erhalten hat, wirklich realisirt ist.

Die Decreszenzen, welche auf den Ecken, es seyen die Endspitzen oder die Seitenecken, statt finden, sind mehrerer Abänderungen fähig, über welche es gut seyn wird, einiges Detail zu geben. Ich werde versuchen, diese Abänderungen mit Hülfe einer constituirenden Methode darzustellen, die die Sache verständlicher machen wird.

Es sey G*g* (Fig. 29) ein beliebiges Rhomboëder, das seine Endspitzen in S und *s* hat; S*g*″*s*G″ (Fig. 30) sey ein Viereck, das von den schrägen Diagonalen S*g*″, G″*s* zweier entgegenstehender Flächen, und von den Kanten SG″, *sg*″, die zwischen diesen Dia-

gonalen liegen, begrenzt wird *q*). Dieses Viereck, welches ich den Hauptdurchschnitt des Rhomboëders nenne, ist hier in eine Menge ähnlicher kleiner Vierecke abgetheilt, welche die Hauptdurchschnitte eben so vieler Moleküls vorstellen; es sey endlich $SGg''G'$ (Fig. 31), die nehmliche Fläche wie in Fig. 29, in Molekülsfacetten eingetheilt. Nimmt man an, die Ecke g'' erleide eine Decreszenz um eine einzige Reihe, so wird sich das kleine Rhomboëder, welches $nog''z$ entspricht, auf dem ersten aufgeschichteten Blättchen subtrahirt finden, woraus folgt, daſs der Rand dieses Blättchens die Richtung oz haben wird, und daſs der Abstand zwischen der Ecke g'', von wo die Decreszenz ausgeht, und zwischen dem genannten Rande gleich seyn wird der halben schrägen Diagonale $g''r$ des Moleküls.

Geschieht die Decreszenz um zwei Reihen, in welchem Falle der Rand des ersten aufgeschichteten Blättchens cd entsprechen wird, so wird der Abstand, wovon wir sprechen, einer ganzen schrägen Diagonale $g''n$ des Moleküls gleich seyn. Hieraus schlieſsen wir, daſs überhaupt bei den Decreszenzen auf den Ecken der Abstand eines Blättchens vom folgenden, welcher mit der Entfernung des Anschuſspunkts von dem Rande des ersten Blättchens, übereinkömmt, gleich ist so vielen halben Diagonalen von Moleküls, als sub-

q) Also ein Durchschnitt des Rhomboëders, der durch die genannten Kanten und Diagonalen, mithin auch durch die Axe geht. *W.*

trahirte Reihen vorhanden sind; anstatt daſs bei den Decreszenzen auf den Kanten der Abstand zwischen zwei auf einander folgenden Blättchen durch eine Zahl ganzer Molekülsbreiten ausgedrückt wird, die der Zahl der subtrahirten Reihen gleich ist.

Dies gesetzt, wollen wir eine Decreszenz um zwei Reihen an der Ecke *g''* nehmen. In diesem Fall und wenn das Viereck *neap* (Fig. 30) einen Schnitt auf dem ersten aufgeschichteten Blättchen vorstellt *r*), wird der decreszirende Rand dieses Blättchens mit der kleinen Kante *en* zusammenfallen, weil *g''n* die nehmliche Diagonale ist wie Fig. 31. Wenn man also die gerade Linie *g''eh* zieht, so wird sie auf der durch die Decreszenz erzeugten Fläche aufliegen. Nun ist in diesem Falle *gh* der Axe S*s* parallel, wie dies geometrisch bewiesen werden wird; und hieraus ergiebt sich, daſs die sekundären Flächen eine ähnliche Lage haben, als die Seitenflächen eines Prisma's.

Sollte die Decreszenz einen schnelleren Gang haben, wenn sie z. B. vier Reihen betrüge, in welchem Falle der Rand des ersten aufgeschichteten Blättchens mit der Linie *yq* zusammenfallen würde, alsdann würde die Linie *g''q*S' die Lage der durch die Decreszenz entstandenen Flächen anzeigen; woraus man sieht, daſs dieselben sich über die Flächen des Kerns erheben, und die Oberfläche eines spitzigeren Rhomboëders, als der Kerns ist, ausmachen würden.

r) Wir abstrahiren hier von der Art, wie dieser Schnitt an seinem oberen Ende *ap* begrenzt ist, und ziehen nur den an der Ecke *g''* gelegenen Theil in Betracht.

Geschähe dagegen die Decreszenz in die Höhe, dann würde die Linie *ug''s'*, die, wie wir annehmen wollen, die Lage der dadurch entstehenden Flächen anzeigen mag, sich gegen den unteren Theil der Axe kehren; woraus man leicht abnehmen kann, dafs in diesem Falle die Flächen des sekundären Krystalls gegen die Kanten des Kerns gekehrt seyn werden; dergestalt, dafs das sekundäre Rhomboëder eine widersinnige Lage (*position renversée*) in Hinsicht des Kerns erhalten wird.

Die Annahme einer Decreszenz um zwei Reihen in die Höhe giebt hier ein merkwürdiges Resultat. Es besteht darin, dafs das sekundäre Rhomboëder dem Kerne vollkommen ähnlich ist. Wenn von gewissen Varietäten des Quarzes und des Turmalins die Rede seyn wird, werden wir sehen, dafs, wenn man blofs gewisse Flächen von denen, welche sie begrenzen, in Betracht zieht, und diese Flächen so weit verlängert annimmt, bis sie sich schneiden, man eine solche durch ein Gesetz der Decreszenz gegebene Nachahmung der Kerngestalt bekommen wird.

Wir gehen zur Endspitze S fort, und nehmen zuvörderst eine einzige subtrahirte Reihe an. Wenn man auf die Mitte *t* der schrägen Diagonale S*p* die mit *pa* gleiche und parallele Linie *tx* zieht, so wird diese Linie auf den Rand des ersten aufgeschichteten Blättchens zu liegen kommen, weil der Abstand zwischen der Ecke S und diesem Rande gleich ist der halben schrägen Diagonale eines Moleküls. Die Linie S*xh*

wird demnach in die entstandene Fläche fallen, welche auf der Axe senkrecht stehet.

Eine schnellere Decreszenz, z. B. um zwei Reihen in die Breite, würde Flächen geben, die wie die Linie *Sai* geneigt wären, d. h. der sekundäre Krystall würde ein Rhomboëder seyn, das so läge wie der Kern, und stumpfer wäre als dieser. Dies ist der Fall mit dem binären Eisenglanz, wovon wir weiter oben sprachen.

Geschieht endlich die Decreszenz in die Höhe, dann werden die entstandenen Flächen, deren eine der Linie K S *m* correspondirend gesetzt wird, sich auf die andere Seite der Axe werfen, woraus man leicht sehen kann, daſs sie sich gegen die Kanten des Kerns kehren werden, so daſs das sekundäre Rhomboëder in Beziehung auf die Lage des Kerns eine widersinnige Lage bekommen wird.

Die Krystallisation giebt Beispiele von diesen mannichfaltigen Resultaten. Diejenigen, welche in die beiden äuſsersten Grenzen fallen, deren Lage nämlich mit der Axe parallel oder auf ihr senkrecht ist, sind beständig, d. h. sie gelten für alle mögliche primitive Rhomboëder. In den übrigen Fällen wechselt die Neigung der durch dieselbe Decreszenz erzeugten Flächen nach den Ecken des primitiven Rhomboëders ab.

Die Streifen und Kerben, welche die Flächen der sekundären Krystalle durchfurchen, wenn die Naturoperation nicht den Grad der Vollendung und Vollkommenheit erreicht hat, dessen sie fähig ist, zeigen durch ihre Richtungen oft die Richtungen an, in denen die Ränder der aufgeschichteten Blättchen liegen;

und diese zufälligen Umstände, welche die Theorie in den mechanisch theilbaren Körpern bestätigen, können auch den Gang der Krystallisation und die Richtung der Blättchen in solchen, die sich nicht mechanisch theilen lassen, andeuten, und dazu behülflich seyn, dafs man durch Analogie die Gestalt und Lage des Kerns, die der Beobachtung entgehen, kennen lernen kann. Indefs darf man nur mit Einschränkung von solchen Anzeigen Gebrauch machen, die sich aus diesen Umständen herleiten lassen, weil die Oberfläche des Kerns zuweilen selbst gestreift ist. Dieser besondere Umstand scheint die Wirkung einer gleichsam nur unvollendeten Decreszenz zu seyn, welche mit so grofsen Unterbrechungen geschah, dafs die daraus entspringenden Flächen sichtbar mit den primitiven Flächen zusammenfallen. Es ist sogar nicht unmöglich, dafs die Flächen eines sekundären Krystalls nach einer andern Richtung gestreift sind, als nach der, welche aus dem Gange der Decreszenzen entspringen sollte. Es giebt aber Fälle, wie bei gewissen Granaten mit vier und zwanzig Trapezoïdalflächen, wo die Streifen so sprechend sind, dafs sie sichtlich den Mechanismus der Struktur verrathen.

Gemischte Decreszenzen (*décroissemens mixtes*).

So nennt man die Decreszenzen, worin die Zahlen der in die Breite und Höhe vorkommenden subtrahirten Reihen Verhältnisse geben, deren beide einzelne Glieder die Einheit übersteigen. Dahin gehören die Decreszenzen um zwei Reihen in die Breite und

drei Reihen in die Höhe, oder um drei Reihen in die Breite und zwei in die Höhe u. s. w. Man sieht, daſs die Theorie derselben sich leicht auf die Theorie der Decreszenzen, worin nur eine einzige Reihe in einer von beiden Richtungen subtrahirt ist, zurückführen läſst.

Mittlere Decreszenzen (*décroissemens intermédiaires*).

Wir sahen, daſs, wo eine Decreszenz um eine Reihe rings um eine und dieselbe Ecke O (Fig. 20) statt findet, die drei entstandenen Flächen jederzeit in einer Ebene liegen, und daſs man dann die Wirkung der Decreszenz bloſs in Beziehung auf einen der ebenen Winkel, welche zusammen die Ecke bildeten, unter der Voraussetzung betrachten darf, daſs diese Wirkung sich über die benachbarten Flächen hinaus erstrecke. In diesem Falle kann man die Decreszenzen, die auf diesen letzteren Flächen statt finden, als solche ansehen, welche der Wirkung der Hauptdecreszenz noch zu statten kommen.

Im allgemeinen sind jedesmal, wenn eine Ecke der Kerngestalt Decreszenzen erleidet, die eine Fläche an ihre Stelle zu setzen streben, — nach welchem Gesetze auch die Decreszenz wirken mag, von dem man die Entstehung dieser Fläche herleitet, — Hülfsdecreszenzen vorhanden, deren Mitwirkung zur gehörigen Verlängerung der erwähnten Fläche erforderlich ist.

Wenn nun diese Decreszenz, die man vorzugsweise in Betracht zieht, zwei oder eine gröſsere An-

zahl Reihen beträgt, so befolgen die Hülfsdecreszenzen, die sich an sie anschliefsen, ein ganz besonderes Gesetz, dessen Betrachtung der Gegenstand dieses Abschnittes ist.

Es sey AA′ (Fig. 32) ein beliebiges Parallelepipedon, welches eine Decreszenz um zwei Reihen auf dem Winkel EOI seiner Grundfläche AEOI erleiden soll. Offenbar werden die Ränder der aufgeschichteten Blättchen die Richtungen *bc*, *rs* haben *s*), welche der Diagonale, die von E nach I geht, parallel laufen, und so liegen, dafs auf den Seiten OE, OI zwei Molekülskanten, sowohl zwischen dem Anschufspunkt O und *bc*, als auch zwischen *bc* und *rs* eingeschlossen sind. Allein, wie wir schon gesagt haben, die auf die anliegenden Flächen IOA′K, EOA′H geschichteten Blättchen erleiden ebenfalls Abänderungen oder Hülfsdecreszenzen, die die Wirkung der Decreszenz auf dem Winkel EOI weiter ausbreiten. Nun sind hier diese Abänderungen so beschaffen, dafs die Ränder der auf die Fläche IOA′K aufgethürmten Blättchen die Richtun-

s) Man mufs bedenken, dafs die Subtraktionen, welche hier auf dem Viereck AEOI vorgestellt sind, auch auf den verschiedenen aufgeschichteten Blättchen der Reihe nach statt finden. Da die Entfernungen zwischen jedem dieser Blättchen und dem folgenden dieselben sind, wie zwischen den Linien *bc*, *rs* und allen andern ähnlich liegenden, so kann man um der gröfseren Bequemlichkeit willen alles, wie wir es hier thun, auf das Viereck AEOI, als auf eine Art von Maafsstab reduciren, welcher die Maafsen der auf den correspondirenden Blättchen durch die Decreszenz bewirkten Subtraktionen angiebt.

gen *cg*, *st* haben, und daſs diejenigen Blättchen, welche sich über der Fläche EOA'H erheben, in solchen Linien liegen wie *bg*, *rt*. Denn weil der untere Rand des ersten auf AEOI gelegten Blättchens mit *bc* zusammenfällt, und die Höhe dieses Blättchens einer Molekülskante entspricht, so wird man mit ein wenig Aufmerksamkeit wahrnehmen, daſs die Fläche *bcg*, die auf der einen Seite ebenfalls mit *bc* zusammenfällt, und auf der andern Seite sich von der Grundfläche AEOI um die Länge einer Molekülskante Og entfernt, nothwendig mit der durch die Decreszenz entstandenen Fläche parallel seyn muſs. Eben so verhält es sich mit der Ebene *rts*, woraus folgt, daſs, wenn man sich den über *rts* gelegenen Theil wegdenkt, man einen Körper erhält, worauf die Fläche *rts* die Wirkung der Decreszenz, den wir betrachten, vorstellt.

Nun bemerke man, daſs die Richtungen *cg*, *st* (Fig. 32) der auf die Fläche IOA'K geschichteten Blättchen (und dasselbe gilt von der Fläche EOA'H), zufolge der Hülfsdecreszenz, weder mit der Kante, noch mit der Diagonale parallel, sondern zwischen beiden inne liegen. Die Abweichung von der Parallele hat in noch höherem Grade statt, wenn man annimmt, die Decreszenz auf dem Winkel EOI der Grundfläche geschehe um drei, vier Reihen u. s. w. Die Decreszenzen dieser Art sind es, die wir m i t t l e r e nennen, und man begreift, daſs sie sich in einer unendlichen Menge verschiedener Richtungen finden können, je nachdem sie sich von der einen oder der andern ihrer

Grenzen, nämlich dem Parallelismus mit den Kanten und dem Parallelismus mit den Diagonalen, mehr oder weniger entfernen.

In den Fällen, welche dem der Fig. 32 ähnlich sind, entgeht man der Verwickelung, welche aus der unmittelbaren Betrachtung dieser mittleren Decreszenzen entspringen würde, dadurch, dafs man sie als in der Hauptdecreszenz enthalten annimmt. Allein es giebt gewisse Krystalle, in welchen die drei Decreszenzen, die man rings um eine und dieselbe Ecke betrachtet, sämmtlich mittlere sind. Man wählt alsdenn den einfachsten zur Hauptdecreszenz, und betrachtet die übrigen als Hülfsdecreszenzen.

Auf der Fig. 33 ist ein Fall dieser Art gezeichnet: *cn*, welches der Rand des ersten der auf AEOI geschichteten Blättchen ist, liegt so, dafs auf der Seite OI drei subtrahirte Molekülskanten vorkommen; auf der Seite OE aber nur eine einzige. *np*, welches der Rand des ersten von den auf IOA'K geschichteten Blättchen ist, zeigt drei subtrahirte Molekülskanten in der Länge von OI und zwei in der Länge von OA'; *cp*, welches der Rand des ersten von den auf EOA'H geschichteten Blättchens ist, bestimmt die Subtraktion zweier Kanten auf OA' und einer einzigen auf OE.

Nun ist leicht einzusehen, dafs in Bezug auf die verschiedenen um die Ecke O herum liegenden Flächen alles so vor sich geht, als ob unter den Moleküls, welche die aufgeschichteten Blättchen ausmachen, mehrere unabänderlich mit einander verbunden wären,

und andere Moleküls einer höheren Ordnung bildeten, und als ob die Subtraktionen eigentlich durch Reihen dieser letzteren Moleküls vor sich gingen. So wird man auf der Grundfläche EAOI eine Decreszenz von dreifachen Moleküls um zwei Reihen in die Höhe haben, weil einerseits das Viereck *cOnz*, welches die Grundfläche eines zusammengesetzten Moleküls vorstellt, dreien Grundflächen von einfachen Moleküls gleich ist, und weil die Linie O*p*, die der Höhe eines aufgeschichteten Blättchens entspricht, zwei einfache Molekülskanten einschliefst. Man wird zugleich einsehen, dafs die Decreszenz, welche die Fläche EOA′H trifft, drei Reihen doppelter Moleküls in die Höhe beträgt, weil *cOpx* zwei einfache Molekülsgrundflächen in sich fafst, und weil O*n* dreien einfachen Molekülskanten gleich ist. Endlich bei der Decreszenz, die auf IOA′K wirkt, findet die Subtraktion einer einzigen Reihe dreifacher Moleküls in der einen *t*), und doppelter in der andern Richtung *u*) statt.

Unter diesen drei Decreszenzen dürfte die zweite, welche die Fläche EOA′H trifft, am natürlichsten als Hauptdecreszenz angenommen werden, weil ihre Richtung am wenigsten von der Diagonale, die von A′ nach E geht, abweicht; oder, wenn man will, weil sie um doppelte und folglich weniger zusammengesetzte Moleküls vor sich geht, als die sind, welche vermöge

t) In der Richtung von O*n*. *K.*

u) In der Richtung von O*p*, und zwar um die einzige Reihe der Höhe des Moleküls OC. *K.*

vermöge der beiden andern Decreszenzen geschehen. Es ist zwar wahr, daſs ihre Gröſse in der Richtung der Höhe beträchtlicher ist, als bei den andern Decreszenzen. Allein man darf auf dieses Element, welches er mit den gewöhnlichen Decreszenzen gemein hat, weniger Rücksicht nehmen, als auf die Unterschiede, worin sie von diesen abweicht.

Wir wollen jetzt einige Beispiele von mittleren Decreszenzen geben. Es sey OII'O' (Fig. 34) eine von den Flächen eines kubischen Kerns. Wir wollen eine Decreszenz annehmen, die auf allen Winkeln durch Subtraktionen doppelter Moleküls geschähe. In diesem Falle werden die Ränder der aufgeschichteten Blättchen solche Richtungen haben, wie die Linien *dn*, *km*, *ab*, *eh* u. s. w., vorausgesetzt, daſs eine einzige subtrahirte Reihe zum Grunde gelegt wird.

EI' (Fig. 35) sey der kubische Kern. Wir wollen die Decreszenzen parallel mit den Linien *km*, *lm*, *kr*, *lr*, jederzeit durch Subtraktionen doppelter Moleküls, annehmen, doch so, daſs drei Reihen in der Richtung der Breite und zwei in der Richtung der Höhe subtrahirt sind, in welchem Falle die Decreszenzen zu gleicher Zeit mittlere und gemischte sind. Wir nehmen ferner an, daſs die Ränder der aufgeschichteten Blättchen auf den drei um eine und dieselbe Ecke O liegenden Flächen solche Richtungen haben, die sich schneiden, so daſs in Rücksicht der Fläche OII'O' die gröſste Zahl von subtrahirten Molekülskanten die Seite OI, bei der Fläche EOO'E' die Seite OO' und in Hinsicht der Fläche EAIO die Seite EO trifft.

Die Wirkung dieser verschiedenen Decreszenzen wird seyn, daſs rings um jede Ecke drei Flächen entstehen, die gegen die Flächen des Kerns schräg liegen; und da der Würfel acht Ecken hat, so wird der sekundäre Krystall vier und zwanzig Flächen haben, die sich zu vier und vier über jeder Fläche des Kerns in eine pyramidalische Endspitze zu vereinigen streben. Nimmt man aber an, daſs die Decreszenz ihr Ziel nicht erreicht, so werden noch sechs Flächen, parallel mit denen des Kerns, übrig bleiben, und man wird ein Polyëder mit dreiſsig Flächen oder das Fig. 36. vorgestellte Triakontaëder erhalten.

Vergleicht man diese Figur mit der 35sten, so wird man leicht einsehen, daſs die Flächen $kmlr$, $k'm'l'r'$, $k''m''l''r''$ (Fig. 36), welche mit denen des Kerns übereinstimmend liegen, Rhomben seyn müssen, und da die Zahl der nach der Länge EO (Fig. 35) subtrahirten Molekülskanten noch einmal so groſs ist, als die Zahl derer, welche nach der Länge OI die Wirkung der Subtraktion erfahren haben, und dasselbe von den übrigen Kanten gilt, so wird die groſse Diagonale des Rhombus doppelt so lang als die kleine seyn, und der stumpfe Winkel wird 126° 52′ 8″ betragen. So viel beträgt aber auch die Neigung der Flächen des Pentagon-Dodecaëders (Fig. 14) an den Stellen der Kanten tn, pq u. s. w.

Was die Flächen $ml'r'o$, $or'k''r''$ u. s. w. (Fig. 36) betrifft, die durch die Decreszenz hervorgebracht worden sind, so werden diese lauter gleiche und ähnliche Trapezoïden seyn; und wählt man das Trapezoïd

ml'r'o zum Beispiele, so hat man den Winkel *m* von 57° 0' 50'', den Winkel *o* von 116° 6' 13'', den Winkel *l'* von 111° 50' 44'' und den Winkel *r'* von 75° 2'' 13''.

Dies ist die Gestalt einer Varietät vom Schwefelkies oder vom geschwefelten Eisen. Die Geometrie hat auch ihr Triakontaëder, wo alle Flächen gleiche und ähnliche Rhomben sind. Dieser Körper besitzt mehrere merkwürdige Eigenschaften, welche in der Abtheilung vom Calcul nachgewiesen werden sollen.

Jetzt wollen wir mittlere Decreszenzen an den beiden Seitenkantenwinkeln *v*) (*angles lateraux*) G, G' (Fig. 31) der Flächen eines Rhomboëders jederzeit um einfache Reihen doppelter Moleküls, d. h. parallel mit den Linien *um*, *xy*, *u'm'*, *x'y'*, annehmen. Es ist offenbar, daſs diese Decreszenzen auf jedem primitiven Rhomboëder, wie SG*g''*G', zwei Flächen hervorbringen werden, die von den Winkeln G, G' ausgehen, gegen einander convergiren, und sich in einer gemeinschaftlichen Kante, die über der Diagonale S*g''* zu liegen kommt, aber sich gegen diese Diagonale neigt, vereinigen werden. Man wird mithin als Enderfolg

v) Herr Haüy meint hier eigentlich die Flächenwinkel, deren Maaſs zwischen den Schenkeln SG', G'*g''* und SG, G*g''*, welche ihre Neigungswinkel abgeben, enthalten ist; allein ich glaube, der Ausdruck Seitenkantenwinkel ist in diesem einzelnen Falle bezeichnender, weil er die Individuen der Flächenwinkel andeutet, wovon eigentlich die Rede ist.

K.

dieser Decreszenz zwölf Flächen haben, die je sechs und sechs an jeder Endspitze anliegen werden.

Die Fig. 37. stellt einen solchen Körper vor, der durch eine Decreszenz um eine einzige Reihe doppelter Moleküls entsteht, so dafs die Ränder der aufgeschichteten Blättchen gleich weit von einander entfernt sind, wie auf der Fig. 31. Dieser Körper ist um seinen Kern beschrieben, der dem kohlengesäuerten Kalk angehört; *aba'* (Fig. 37) zeigt die Richtung eines Schnittes an, der der Fläche SG*g*″G′ parallel geht, und durch dieselben Buchstaben (Fig. 31) bezeichnet ist; und man sieht leicht ein, dafs die Ränder dieses Schnittes mit den Rändern eines aufgeschichteten Blättchens eine gleiche Lage haben müssen. Der vom Bürger Tonnellier aufgefundene trugfügige kohlengesäuerte Kalk (*chaux carbonatée paradoxale*) ist, wenn man von einigen noch hinzukommenden Flächen abstrahirt, diesem Dodecaëder ähnlich.

Man sieht hier, dafs der Kern den sekundären Krystall nur mit denjenigen Seitenkantenwinkeln berührt, welche in die Kanten BS′, D*s*′, C*s*′ u. s. w. fallen; anstatt dafs im winkelübertragenen kohlengesäuerten Kalk (*chaux carbonatée métastatique*), welcher ein Dodecaëder von derselben Art, d. h. ebenfalls mit ungleichseitig dreieckigen Flächen, ist, die Seitenkanten des Kerns mit denen zusammenfallen, welche den Linien BG, CD, DF u. s. w. correspondiren.

Dies führt uns auf eine Hypothese, die eine merkwürdige Eigenschaft des trugfügigen Dodecaëders sehr einleuchtend machen wird. Man denke sich sechs

Schnittebenen, wovon eine durch die Punkte C, D, F, eine zweite durch die Punkte B, C, D, eine dritte durch die Punkte C, B, *h* u. s. w. geht; so wird diese Methode, den Krystall zu theilen, der ähnlich seyn, welche man anwendet, um den Kern des winkelübertragenen zu bekommen. Dies wird auch auf ein Rhomboëder führen, welches aber nur in der Vorstellung existirt, denn der Krystall läſst sich nicht auf diese Weise theilen. Der Calcul zeigt jedoch, daſs dieses Rhomboëder dem des winkelvertauschten kohlengesäuerten Kalkes (*chaux carbonatée inverse*) gleicht, dessen Endspitzenwinkel $75^\circ\ 31'\ 20''$ beträgt.

Wenn man ferner dieses Rhomboëder als einen idealen Kern betrachtet, so findet man, daſs das Dodecaëder in Bezug auf ihn eine sekundäre Form seyn könnte, die aus einer Decreszenz um drei Reihen an den mittleren Kanten desselben entstehen würde.

Wir wollen aber den wahren Kern wieder nehmen, und uns denken, daſs die mittlere Decreszenz, statt wie bei der Paradoxal-Figur, eine Reihe doppelter Moleküls zu betragen, um fünf Reihen in der Breite und vier Reihen in der Höhe statt habe. Dann wird der sekundäre Krystall dem winkelübertragenen selbst ähnlich; und wenn je in der Natur dieser Fall vorkäme, so würde das Auge dabei um so leichter betrogen werden, da der hypothetische Kern unter der Gestalt eines wahren Kerns erscheinen würde.

Man sieht aus diesen detaillirten Betrachtungen, denen ich eine weit gröſsere Ausdehnung geben könnte, daſs die Gesetze der mittleren Decreszenz, deren wirk-

liches Vorkommen übrigens bis jetzt auf eine ziemlich kleine Anzahl von Fällen beschränkt ist, eben so einfache Formen hervorbringen, wie die, die aus den gewöhnlichen Gesetzen entspringen, und daſs ihre Theorie sogar auf Resultaten führt, welche weiter verfolgt und entwickelt zu werden verdienten, bloſs damit man sie kennen lerne.

Zusammengesetzte sekundäre Formen.

Einfache sekundäre Formen nennen wir die, welche nach einem einzigen Decreszenzgesetze hervorgebracht werden, dessen Erfolg den Kern versteckt, so daſs er die Oberfläche jener Formen nur in einigen Punkten oder Kanten berührt; zusammengesetzte sekundäre Formen heiſsen aber solche, welche vermöge mehrerer gleichzeitiger Decreszenzgesetze oder auch vermittelst eines einzigen erzeugt werden, das aber sein Ziel nicht erreicht hat, so daſs Flächen übrig geblieben sind, die mit den Flächen des Kerns parallel laufen, und gemeinschaftlich mit den durch die Decreszenz entstandenen Flächen die Form des sekundären Krystalls modificiren.

Wir wollen z. B. annehmen, das Gesetz, welches das vom Würfel abstammende Octaëder (Fig. 20. III. Taf.) giebt, verbinde sich mit dem, woraus das Pentagonal-Dodecaëder (Fig. 15 II. Taf.) entspringt. Zufolge des ersten *w*) werden acht Flächen entstehen,

w) Dies Gesetz enthält die Decreszenz auf den Ecken um eine Reihe. *K.*

welche die Ecken des Kerns zu ihren Mittelpunkten haben werden; und es ist leicht zu sehen, daſs jede dieser Flächen, z. B. die, deren Mittelpunkt mit der Ecke O (Fig. 14 und 15) zusammenfällt, dem gleichseitigen Dreieck parallel liegen wird, dessen Seiten durch die Punkte *p*, *s*, *t* gehen. Eben so wird die Fläche, deren Mittelpunkt mit der Ecke O′ zusammenfällt, dem gleichseitigen Dreieck parallel liegen, dessen Seiten durch die Punkte *s*, *n*, *p′* gehen; das zweite Gesetz *x*) aber erzeugt Flächen, die so liegen, wie die durch die Seiten der Triangel *pst*, *snp′* durchschnittenen Fünfecke. Nun beschränken die Schnitte dieser Triangel das Fünfeck *t*O*s*O′*n* auf einen gleichschenklichen Triangel, dessen Grundlinie *tn* ist, und dessen beide andere Seiten, die eine durch die Punkte *t*, *s*, die andere durch die Punkte *n*, s, gehen. Dasselbe gilt von den übrigen Fünfecken, woraus sich ergiebt, daſs die sekundäre Figur ein Icosaëder seyn wird, das durch acht gleichseitige und zwölf gleichschenkelige Dreiecke begrenzt ist *y*).

x) Hier war vorausgesetzt eine Decreszenz um zwei Reihen in die Breite, zwischen den Kanten OI und AE, II′ und OO′, EO und E′O′ (Fig. 14), und zu gleicher Zeit eine Decreszenz um zwei Reihen in die Höhe, zwischen den Kanten EO und AI, OI und O′I′, OO′ und EE′. *K.*

y) Die acht gleichseitigen Dreiecke erfolgen nämlich durch die Decreszenz auf den Ecken des Würfels; die gleichschenkeligen Dreiecke ergeben sich durch die in vorstehender Anmerkung erwähnten, von den ersten Dreiekken begrenzten Decreszenzflächen. *K.*

Die Fig. 38, V. Taf. stellt dieses Icosaëder mit solchen Buchstaben gezeichnet dar, welche denen auf der Fig. 14 und 15 entsprechen, und dadurch das Verhältnifs dieser beiden Figuren dem Auge anschaulich machen. Allein dieses Icosaëder hat weit gröfsere Durchmesser, als das Icosaëder, welches man durch Kunst erhalten würde, wenn man die acht mit den Ecken des Kerns zusammenfallenden Ecken des Dodecaëders auf der Fig. 14 durch Schnitte wegnähme. Diese Erweiterung der Durchmesser war erforderlich, um für den Kern ein gleichbleibendes Volumen zu behalten. Wir wollen es durch eine weitere Entwickelung deutlicher machen.

Wenn man den Kern des Icosaëders auf der Fig. 38 erhalten wollte, so müfste man die Schnittebenen offenbar parallel mit den Kanten *rs*, *tn*, *pq* u. s. w. z) (Fig. 14 und 38) führen, so dafs sie gegen die Flächen, welche in diesen Kanten zusammenstofsen, gleiche Neigung hätten. Diese Ebenen würden zu gleicher Zeit durch die gleichseitigen Dreiecke *pst*, *snp'* u. s. w. hindurchgehen; und man würde den Kern erhalten, wenn die Schnitte alle an den Stellen der Mittelpunkte der gleichseitigen Dreiecke zusammentreffen.

Daraus folgt, dafs der Kern, dessen Kanten OI, OE u. s. w. (Fig. 15) im Dodecaëder unbedeckt waren, der im Icosaëder (Fig 38) dagegen ganz eingewickelt

z) Allgemein genommen, parallel mit allen denen Kanten, die als Grenzlinien der Decreszenzen des Dodecaëders allein anzusehen sind. *K.*

ist, ausgenommen an seinen Ecken, welches blofse Punkte sind, und welche, wie wir gesagt haben, in die Mitte der gleichseitigen Dreiecke fallen. Dies festgesetzt, so mufs man, um sich von der Struktur des Icosaëders eine genaue Vorstellung zu machen, annehmen, dafs die Blättchen, die anfänglich auf den Kern bis zu einer gewissen Grenze geschichtet werden, nur an den Ecken so decresziren, als ob die sekundäre Figur ein blofses Octaëder seyn sollte. Ueber diese Grenze hinaus kommt, indefs die Decreszenz an den Ecken immer fortgeht, noch eine neue hinzu, welche sich mit jener verbindet, die dem Dodecaëder angehört, und daher die zwölf gleichschenkeligen Dreiecke hervorbringt. Auf diese Art begreift man, wie der Kern ganz und gar in dem Icosaëder eingeschlossen seyn kann, bis auf die Ecken, weil die ersten aufgeschichteten Blättchen, welche nur an ihren Ecken decresziren, diesen Kern durch diejenigen Theile ihrer Ränder immer weiter umhüllten, auf welche die Decreszenz sich nicht erstrekte *a*). Es ist zuweilen nöthig, dergleichen verschiedene Epochen für die verschiedenen Decreszenzen, die bei der Entstehung einer zusammengesetzten sekundären Form concurriren, anzunehmen, wenn man sich selbst von dem Mechanismus der Struktur strenge Rechenschaft geben will.

Zufolge dieser Erklärung mufs der Abstand zwischen den Mittelpunkten zweier benachbarten gleich-

a) Nämlich die Decreszenz um zwei Reihen in die Höhe und Breite erstreckt sich darauf nicht. *K.*

seitiger Dreiecke, wie *pts*, *qts'* (Fig. 38) gleich seyn der correspondirenden Kante OI des Kerns (Fig. 15), welches beim bloſsen Anblick beider Figuren in die Augen fällt *b*).

Das Resultat, das wir jetzt entwickelt haben, findet sich bei einer Variatät des Schwefelkieses. Die Naturforscher, welche zu einer Zeit, wo man sich noch nicht mit den Gesetzen der Struktur beschäftigte, aus der Krystallisation eine Art von Geometer zu machen geneigt waren, der nach unserer Weise verführe, verwechselten das Icosaëder und das Dodecaëder derselben mit denen, die man regelmäſsig *c*) nennt, und wo das erstere durch zwanzig gleichseitige Dreiecke und das zweite durch zwölf Fünfecke, deren Seiten ebenfalls gleich sind, begrenzt ist. Allein die Theorie beweiset, daſs in der Mineralogie weder das eine noch das andere möglich ist. So bringt die Natur von den fünf regelmäſsigen Körpern, nämlich dem Würfel, Octaëder, Tetraëder, Dodecaëder und Icosaëder nicht mehr hervor, und ist nicht im Stande mehr hervorzubringen, als die drei ersten; und unter der unendlichen Menge von mannichfaltigen Annäherungen, die sie in Betreff der beiden andern uns zeigen könnte, beschränkt sie sich auf die, welche von den einfachsten

b) Dies ergiebt sich auch schon daraus, weil die acht Ecken der primitiven Form die Punkte waren, von denen die Decreszenz ausging, welche die gleichseitigen Dreiecke bildete, und in deren Mittelpunkt sie bei der sekundären Form anzutreffen sind. *K.*

c) Nämlich in der Stereometrie. *K.*

Gesetzen der Decreszenzen entspringt, so daſs ihr Dodecaëder und ihr Icosaëder wirklich das vollkommenste und regelmäſsigste ist, welches sich nach den Grundsätzen ihrer Geometrie ergiebt.

Wir wollen ein neues Beispiel vom regulären sechsseitigen Prisma des kohlengesäuerten Kalkes entlehnen. Nach dem, was wir oben über die Art, wie dieses Polyëder getheilet wird, gesagt haben, läſst sich leicht begreifen, daſs die Seitenecken E, O, I, K, G, H des rhomboëdrischen Kerns AA′ (Fig. 5) in der Mitte der Seitenflächen des Prisma's *mdm′d′* liegen, woraus sich ergiebt, daſs diese Ecken die Anschuſspunkte der Decreszenzen sind, welche eben diese Seitenflächen hervorgebracht haben.

Die Decreszenzen wirken auf einmal auf die drei ebenen Winkel EOI, EOA′, IOA′, welche zusammen die Ecke O bilden. Wenden wir aber die in Bezug auf das Pentagonal-Dodecaëder, und insbesondere auf das reguläre Octaëder oben gemachte Bemerkung an, so brauchen wir die Decreszenz bloſs in Bezug auf einen von den drei genannten Winkeln unter der Voraussetzung in Betracht zu ziehen, daſs die durch ihn entstehende Fläche sich über die beiden angrenzenden Rhomben hin verlängert, welche mit ihm in jener Ecke zusammenstoſsen,

Dies angenommen, so läſst sich alles auf die sechs Winkel EOI, EHG, IKG, HGK, OIK, HEO zurückführen, wovon die drei ersten gegen die Endspitze A, und die drei andern gegen die Endspitze A′ gekehrt sind. Nehmen wir eine Decreszenz um zwei Reihen

rhomboëdrischer Moleküls auf diesen verschiedenen Winkeln an, so werden daraus sechs Flächen entstehen, die der Axe parallel liegen, wie wir bereits gezeigt haben.

Die aufgeschichteten Blättchen werden an ihren unteren Winkeln abnehmen, hingegen zu gleicher Zeit sich an ihren oberen Theilen *d*) ausbreiten, so daſs sie dabei immer an der Axe, die ebenfalls in der Länge zunimmt, anliegen. Ferner werden die durch die Decreszenz erzeugten Flächen stuffenweise wachsen, und an dem Punkte, wo sie sich berühren, wird man den Körper AA′ (Fig. 4) erhalten, wo jede von den Flächen, wie *o*O*o*, mit demselben Buchstaben bezeichnet ist, wie die Ecke O (Fig. 5), zu der sie gehört, und die nun in der Mitte des Triangels *o*O*o* (Fig. 4) zu liegen kommt, weil sie gleichsam der gemeinschaftliche Punkt ist, um welchen herum die drei Decreszenzen thätig gewesen sind.

So wie nun späterhin neue aufgeschichtete Blättchen sich auf die vorhergehenden auflegen, so steigen die Punkte o, o höher hinauf, und der Punkt O weiter herab, so daſs man zu einer gewissen Zeit den Fig. 3 gezeichneten Körper haben wird, wo die durch die Decreszenz erzeugten Flächen Fünfecke geworden seyn werden, wie *ooi*O*e*.

Ist alles so weit gediehen, so nehmen wir noch eine zweite Decreszenz an, die mit der ersten zusam-

d) Obere nennt der Verfasser jedesmal die der Endspitze zugekehrten Theile, so wie die von ihr abgekehrten untere.
W.

menkommt, und um eine einzige Reihe an dem oberen Winkel EAI (Fig. 5) und seinem entgegengesetzten HA'K vor sich gehen soll, immer unter der Bedingung, daſs die Fläche, die an beiden Enden daraus entspringen wird, sich über die beiden Rhomben hinaus verlängere, welche an dem Rhombus, wozu der Winkel EAI oder HA'K gehört, anliegen. Die Wirkung dieser Decreszenz wird seyn, daſs zwei auf der Axe senkrecht stehende Flächen entstehen; und wenn sie bis auf den Punkt gekommen ist, wo eben diese Flächen die sechs mit der Axe parallel laufenden Flächen, welche aus der ersten Decreszenz entstanden, schneiden, so wird der sekundäre Körper vollendet seyn, und unter der Gestalt des regulären sechsseitigen Prisma's (Fig. 1 und 2) erscheinen *e*).

Wir haben bereits gesagt, daſs dieser Erfolg allgemein sey, von welcher Gröſse auch die Winkel des primitiven Rhomboëders seyn möchten.

Man sieht nunmehr, warum bei der mechanischen Theilung des Prisma's die Seiten *pp*, *oo* des Schnittes *ppoo* (Fig. 2) unter sich, und zugleich mit der horizontalen Diagonale, die von E nach I geht (Fig. 5), parallel sind; denn da die beiden Decreszenzen, die eine am Winkel EOI die andere am Winkel EAI, statt

e) Wir maaſsen uns hiemit nicht an, die Art, wie der Krystall wirklich gebildet worden ist, sondern nur die Art, wie er zusammengesetzt ist, anzugeben. In der Folge werden wir sehen, wie man sich denken kann, daſs der Gang der Krystallisation mit der Ordnung der Struktur zusammentrifft.

haben, so müssen die aufgeschichteten Blättchen mit ihren Rändern gegen eben diese Diagonale gekehrt seyn.

In dem Falle, welchen wir eben betrachtet haben, und der am gewöhnlichsten vorkommt, ist die Axe des sekundären Krystalls länger, als die Axe des Kerns, so daſs die Seitenkanten dieses Kerns in die Seitenflächen des Prisma's fallen, seine Endspitzen aber im Innern in einer gewissen Entfernung unter den Mittelpunkten der Grundflächen verborgen liegen. Wenn man annähme, daſs die beiden Decreszenzen zugleich vor sich gingen, dann würde die Axe des Prisma's der des Kerns gleich seyn, und die Seitenecken des letzteren würden die Seitenflächen des Prisma's, die Endspitzen des Kerns aber die Endflächen des Prisma's berühren. Geschähe endlich die Decreszenz an den oberen Endspitzenwinkeln des Kerns früher als die andere, welches der erste Fall aber in umgekehrter Ordnung ist, so würden die Endspitzen des Kerns die Grundflächen des Prisma's noch immer berühren, während seine Seitenecken in das Innere zwischen die Seitenflächen und die Axe fallen würden. Dies findet bei manchen Krystallen statt, wo das Prisma sehr kurz, und einer sechsseitigen Tafel ähnlich ist.

Zuletzt noch ein Beispiel vom analogievollen kohlengesäuerten Kalk (*chaux carbonatée analogique*), welcher Fig. 39, V. Taf., vorgestellt ist. Die Oberfläche dieser Varietät ist aus vier und zwanzig Trapezoïden zusammengesetzt, wovon sechs senkrecht stehen, wie $dabc$, $da'b'c'$ u. s. w., zwölf andere, wie $c'pad$, $c'pa''b'$ u. s. w. je sechs und sechs an beiden Sei-

ten der vorigen anliegen, und sechs wie *pap's* u. s. w. je drei und drei um jede Endspitze herum als Endflächen liegen.

Die ersten Trapezoïden entspringen aus dem nehmlichen Gesetz, welches die sechs Seitenflächen des regulären sechsseitigen Prisma's (Fig. 1) giebt; die zweiten gehören einem Gesetze an, welches den winkelübertragenen Krystall (*métastatique*) des kohlengesäuerten Kalkes giebt (Fig. 6, 7 und 17). Vergleicht man die Fig. 39 mit der Fig. 6, so sieht man, daſs die senkrecht stehenden Flächen die des winkelübertragenen Krystalls schneiden, so daſs sie die Seitenecken E, O, I, K, u. s. w. (Fig. 6 und 7) wegnehmen. Die Endflächen endlich entspringen aus einer Decreszenz, welche mit der übereinstimmt, woraus der gleichaxige kohlengesäuerte Kalk (*chaux carbonatée équiaxe*) (Fig. 18) entsteht.

Man findet sich angenehm überrascht, wenn man die Form dieses Polyëders dem Calcul unterwirft, und sieht, wie nach und nach die Verhältnisse seiner verschiedenen Theile, sowohl unter sich als auch zu mehreren andern Krystallen hervorkommen.

1) In jedem senkrechten Trapezoïd *abcd* (Fig. 39 A) ist der obere Triangel *bad* gleichseitig, und seine Höhe *an* ist noch einmal so groſs als die Höhe *cn* des unteren Triangels.

2) In jedem Endflächen-Trapezoïd *psp''a''* (Fig. 39 B) ist der obere Triangel *psp''* gleich jeder halben Fläche des gleichaxigen Rhomboëders (*équiaxe*) zufolge des Gesetzes der Decreszenzen; und der untere *pa''p''*

ist jeder halben Fläche des winkelvertauschten Rhomboëders (*inverse*) gleich. Dies erfolgt vermöge der Art, wie die Fläche des Trapezoïds von den anliegenden Flächen geschnitten wird. Es folgt daraus, daſs die Höhen $a''r$, sr der Dreiecke, in welche dieses Trapezoïd zerfällt, auch unter sich in dem Verhältniſs von zwei zu eins stehen, wie dies in dem Trapezoïd $abcd$ (Fig. 39 A) der Fall ist.

3) In jedem mittleren Trapezoïd $c'pad$ (Fig. 39 C) ist das Dreieck pad gleich und ähnlich dem vierten Theile PAD (Fig. 39 D) des primitiven Rhombus DPD′P′; so daſs der Winkel a (Fig. 39 C) ein rechter ist, der Winkel dpa 50° 46′ 6″, die Hälfte des Winkels DPD′ (Fig. 39 D), und der Winkel adp (Fig. 39 C) 39° 13′ 54″ die Hälfte des Winkels PDP′ (Fig. 59 D), beträgt.

4) Der Neigungswinkel von $c'pad$ (Fig. 39) gegen $a'b'c'd$ beträgt genau 135°, das Supplement zu der Hälfte eines rechten Winkels.

5) Der Neigungswinkel von $psp''a''$ gegen $c'pa''b'$ beträgt 129° 13′ 54″, das Supplement zu 50° 46′ 6″, welches die Hälfte des primitiven Winkels DPD′ (Fig. 39 D) ist.

6) Endlich hat dies Polyëder mit der winkelübertragenen Varietät (*métastatique*) die Eigenschaft gemein, daſs der Neigungswinkel der Flächen, welche in dieser Varietät den Trapezoïden $c'pad$, $c'pa''b'$ entsprechen, gegen einander gleich ist dem Neigungswinkel der Rhomben von der Kerngestalt. Diese verschiedenen Beziehungen haben mich veranlaſst, dem jetzt betrachteten

teten Polyëder den Namen analogievoll (*analogique*) beizulegen.

Man sieht nunmehr, worauf es bei allen den mannichfaltigen Verwandlungen ankommt, unter welchen die Kerngestalt in den sekundären, sowol einfachen als zusammengesetzten Krystallen sich zeigt. Bald geschehen die Decreszenzen auf allen Kanten auf einmal, wie beim oben angeführten Rhomboïdal-Dodecaëder, bald auf allen Ecken, wie beim Octaëder, das aus dem Würfel entstand. Bald finden sie nur an manchen Kanten oder an manchen Ecken statt. Bald findet unter ihnen Gleichförmigkeit statt, so daſs ein einziges Gesetz auf verschiedenen Kanten oder verschiedenen Ecken um eine, zwei, drei Reihen u. s. w. wirksam ist, wie man bei den Körpern, die wir so eben erwähnten, ebenfalls bemerkt. Bald ist das Gesetz an der einen Kante oder Ecke nicht so, wie an der andern, und dies geschieht besonders, wenn der Kern keine symmetrische Form hat, wenn er z. B. ein Parallelepipedon ist, dessen Flächen eine verschiedene Neigung gegen einander, oder auch Winkel von verschiedener Gröſse haben. In gewissen Fällen wirken die Decreszenzen an den Kanten mit den Decreszenzen an den Ecken gemeinschaftlich, um eine und dieselbe krystallinische Form hervorzubringen. Bisweilen geschieht es auch, daſs eine und dieselbe Kante oder eine und dieselbe Ecke mehrere successiv auf einander folgende Gesetze der Decreszenz, die auf einander folgen, erleidet. Endlich giebt es eine unendliche Menge von Fällen, wo der sekundäre Krystall Flächen behält,

die mit den Flächen der Kerngestalt parallel laufen, und die gemeinschaftlich mit den durch die Decreszenz entstandenen Flächen die Figur dieses Krystalls bestimmen.

Wenn bei dieser Mannichfaltigkeit der Gesetze, die bald einzeln, bald, wenn ich so sagen darf, haufenweis um eine und dieselbe Kerngestalt herumschreiten, auch noch die Zahl der subtrahirten Reihen selbst sehr veränderlich wäre, wenn es z. B. Decreszenzen um zwanzig, dreifsig, vierzig und mehr Reihen gäbe, wie sich das wohl denken läfst, so wäre die Menge der Formen, die bei jeder Mineralien-Gattung vorkommen könnten, so grofs, dafs sie die Einbildungskraft ermüden und überwältigen müfste; und das Studium der Krystallographie würde ein ungeheures Labyrinth seyn, woraus man sich, ungeachtet des Fadens der Theorie, kaum würde herausfinden können. Allein die Kraft, welche die Subtraktion veranlafst, scheint eine sehr beschränkte Wirkungssphäre zu haben. Am häufigsten finden sich Subtraktionen von einer oder zwei Reihen Moleküls. Ich habe nie welche gefunden, die über sechs Reihen gegangen wären *f*); allein die Reichhaltigkeit,

f) Man trifft, wiewohl sehr selten, gemischte Decreszenzen an, welche in Verhältnissen, z. B. wie 4 zu 9 oder wie 3 zu 8 statt finden, so dafs das eine von beiden Verhältnifsgliedern die Anzahl der in die Breite und das andere die Anzahl der in die Höhe subtrahirten Reihen bezeichnet; und die Verhältnisse dieser Art waren bis jetzt so, dafs man eins der beiden Glieder nur um eine Einheit zu vermehren oder zu vermindern braucht, um die Decreszenz unter die allerge-

welche bei dieser Einfachheit statt findet, ist so groſs, daſs, wenn man sich auch bloſs auf die Decreszenzen um eine, zwei, drei und vier Reihen beschränkt, und auf die gemischten (*mixtes*) oder mittleren (*intermédiaires*) gar keine Rücksicht nimmt, man dennoch findet, daſs das Rhomboëder acht millionen dreihundert und acht und achtzig tausend sechs hundert und vier Varietäten der Krystallisation haben kann. Ohne Zweifel sind unter den Umständen, die die Entstehung aller dieser Varietäten zu bewirken im Stande sind, viele, welche in der Natur nicht vorkommen. Aber man hat allen Grund zu glauben, daſs die Entdeckungen über diesen Gegenstand sich noch lange Zeit vervielfältigen werden, so wie nur der Geschmack an der Mineralogie sich immer weiter verbreiten wird; denn bis jetzt hat man kaum acht und vierzig unterschiedene Varietäten bei der Gattung des kohlengesäuerten Kalks beobachtet, der doch an krystallinischen Formen, wenigstens nach dem gegenwärtigen Zustand unserer Kenntnisse zu urtheilen, unter allen am reichsten ist.

wöhnlichsten Fälle zu bringen. Wenn man z. B. im ersten der eben erwähnten Fälle 1 von 9 abzieht, und in dem zweiten zu 3 Eins hinzusetzt, so wird jedes Verhältniſs $\frac{4}{8}$ oder $\frac{1}{2}$. Daraus folgt, daſs das absolute Maaſs der Decreszenz, wovon wir sprechen, das der gewöhnlichen Decreszenzen nicht übersteigt. Z. B. $\frac{4}{9}$ und $\frac{3}{8}$ sind beide kleiner als $\frac{1}{2}$, welches eine einfache Decreszenz ausdrückt. Auch scheint mir, daſs eine Decreszenz nach dem absoluten Werthe des Verhältnisses, welches sie darstellt, geschätzt werden muſs, und nicht nach dem Werthe der Glieder dieses Verhältnisses unabhängig von einander betrachtet.

Um sich eine noch genauere Vorstellung von dem zu machen, was die Krystallisation vermag, mufs man bedenken, wie leicht sie nicht allein so viel verschiedene Formen hervorbringt, indem sie von einer einzigen Form ausgeht, sondern auch, wie leicht sie zu der nehmlichen Form durch ganz verschiedene Arten der Struktur gelangt. Das Rhomboïdal-Dodecaëder z. B., welches wir durch Verbindung kubischer Moleküls erhielten, kommt beim Granat, wie wir in dem Artikel von dieser mineralischen Substanz sehen werden, mit einer Struktur vor, welche aus kleinen Tetraëdern mit gleichschenkelig dreieckigen Flächen zusammengesetzt ist, und ich habe es bei der Gattung des flufsgesäuerten Kalkes gefunden, wo es ebenfalls ein Adgregat, aber von regelmäfsigen Tetraëdern ist, deren Flächen gleichseitige Dreiecke sind. Noch mehr: es ist auch möglich, dafs gleichartige Moleküls, verschiedenen Gesetzen unterworfen, dennoch das nehmliche Resultat geben. So entsteht das reguläre sechsseitige Prisma, das gewöhnlich im kohlengesäuerten Kalk vermöge einer Decreszenz auf den Seitenecken entsteht, bisweilen in demselben durch eine Decreszenz auf den Kanten, die an diesen Ecken liegen. Wir haben die Kerngestalt durch ein Gesetz der Decreszenz, wenn ich so sagen darf, abkopirt gesehen. Sogar ein erdichteter Kern, statt des wahren in Gedanken angenommen, würde ein Dodecaëder, welches dem des trugfügigen kohlengesäuerten Kalkes vollkommen gleich wäre, mittelst eines einfacheren Gesetzes geben, als dasjenige ist, wel-

ches wirklich statt hat *g*). Besonders bei den Gattungen, wo die Kerngestalt einen gewissen Charakter von Symmetrie hat, wie wenn sie ein Rhomboëder ist, zeigen sich allenthalben Analogieen und Eigenthümlichkeiten. Es scheint, dafs die Geometrie keinen Punkt der unermefslichen Reihe des Möglichen treffen kann, ohne darauf das Gepräge irgend einer interessanten Wahrheit zurück zu lassen.

Von den sekundären Formen, deren Moleküls vom Parallelepipedon verschieden sind.

Es ist ein allen Kerngestalten gemeinschaftlicher Charakter, dafs sie parallel mit ihren verschiedenen Flächen theilbar sind *h*). Im Parallelepipedon führt diese Theilung, wenn sie mit keiner andern verbunden ist, die in andern Richtungen statt finden könnte, offenbar auf eine dem Kern ähnliche Gestalt des Moleküls. Im regulären sechsseitigen Prisma giebt sie zum Molekül ein gleichseitig dreiseitiges Prisma, wie wir schon an einem andern Orte gesehen haben. Im Octaëder scheint sie auf Moleküls von zwei verschiedenen Formen hin zu führen, wovon die eine zum Tetraëder, die andere

g) Im geometrischen Theile werde ich zeigen, dafs es überall möglich ist, dem wahren Kern eine willkührlich gewählte sekundäre Form hypothetisch zu substituiren, so dafs die übrigen Formen ebenfalls in Beziehung auf diesen angenommenen Kern sekundär werden.

h) Einige sind es aber auch nach anderen Richtungen zu gleicher Zeit. *K.*

zum Octaëder gehören würde. Diese Art von gemischter Struktur gilt auch vom Tetraëder. Allein alle Gründe der Wahrscheinlichkeit vereinen sich, das Octaëder auszuschliefsen, und das Tetraëder, als das wahre integrirende Molekül, in dieser Art Fällen geltend zu machen. Die einzelnen Erörterungen, welche diesen Gegenstand betreffen, versparen wir bis zum Artikel vom flufsgesäuerten Kalk, den man hierüber zu Rathe ziehen kann.

Wenn man ferner das Rhomboïdal-Dodecaëder theilt, so werden die Moleküls ohne alle Zweideutigkeit Tetraëder mit gleichschenkelig dreiseitigen, unter sich gleichen und ähnlichen Flächen seyn. Alles, was auf diese Art von Struktur Beziehung hat, findet sich beim Artikel vom Granat auseinandergesetzt.

Was das Dodecaëder mit gleichschenkelig dreiseitigen Flächen betrifft, so kann man die Moleküls, woraus es besteht, nur durch eine solche Theilung erhalten, die in Richtungen geschieht, welche von denen, die mit den Flächen parallel gehen würden, verschieden sind. Die Schnittebenen müssen in diesem Falle durch die Axe und durch die an den Endspitzen anliegenden Kanten gehen, woraus sich irreguläre Tetraëder ergeben. Von diesem Punkt der Theorie wird in dem Artikel vom Quarz gehandelt, tiefer werden wir aber in dem mathematischen Theile dieses Buchs in diese Materie eindringen.

Die übrigen Kerngestalten lassen sich zuweilen auch in Richtungen theilen, die nicht mit ihren Flächen parallel gehen. Wir haben hievon bereits ein Bei-

spiel gehabt, welches das Rhomboëder des Turmalins betraf, dessen weitere Theilung nach Ebenen, die durch die Axe und durch die schrägen Diagonalen gehen, das Fig. 10 vorgestellte Resultat giebt, wo man sieht, dafs die Moleküls Tetraëder sind. Die Beobachtung lehrt auch, dafs bei dem schiefen vierseitigen Prisma, welches der Kern des Augits (*pyroxène*) ist, der Durchgang der Blätter parallel mit einer Ebene liegt, die durch die kleinen Diagonalen seiner Grundflächen gehen würde, woraus man abnehmen kann, dafs seine Moleküls dreiseitige Prismen sind.

Ich werde mich nicht länger bei diesen Arten der Theilung verweilen, die mit mehr Ausführlichkeit bei den Artikeln von den Körpern, an denen sie vorkommen, erläutert werden sollen; allein ich darf nicht unterlassen, von einem Resultate zu sprechen, welches die Krystallisation der Substanzen, deren Moleküls das Tetraëder oder das dreiseitige Prisma ist, und die Krystallisation solcher Substanzen, deren Kerngestalten blofs aus elementarischen Parallelepipeden zusammengehäuft sind, mit einander in Verbindung bringt.

Diese Verbindung besteht darin, dafs die tetraëdrischen oder prismatischen Moleküls im Innern der Kerngestalt und der sekundären Krystalle immer so zusammengefügt sind, dafs sie, wenn man sie in kleinen Gruppen von zwei, vier, sechs oder acht zusammennimmt, Parallelepipeden ausmachen, so dafs die durch den Einflufs der Decreszenz subtrahirten Reihen nichts anders sind, als Summen dieser Parallelepipeden.

Um besser einzusehen, wie dies zugeht, wollen

wir uns für einen Augenblick vorstellen, die kleinen Rhomboëder, welche die Moleküls des kohlengesäuerten Kalkes vorstellen, wären in Tetraëder theilbar, wie wir in Betreff der Rhomboëder, die dem Turmalin angehören, gesehen haben. Diese Ansicht wird in den Erklärungen nichts ändern, welche wir von den verschiedenen sekundären Formen, deren der kohlengesäuerte Kalk fähig ist, gegeben haben, d. h. um diese Formen mit Hülfe der Theorie zu bestimmen, wird es hinreichend seyn, nur Decreszenzen um eine oder mehrere Reihen von rhomboïdischen Moleküls in Erwägung zu ziehen.

Was in Rücksicht auf den kohlengesäuerten Kalk blofse Hypothese ist, ändert sich in Wirklichkeit um, wenn vom Turmalin die Rede ist. Obgleich die Rhomboëder, zu denen anfänglich die mechanische Theilung der Krystalle dieser Substanz führt, sich endlich in Tetraëder auflösen, so gehen doch die Decreszen, woraus die sekundären Formen entspringen, durch Subtraktionen dieser der Kerngestalt ähnlichen Rhomboëder vor sich, so dafs man in den Berechnungen zum Behuf der Bestimmung dieser Formen annehmen kann, dafs die Tetraëder, welche die wahren Moleküls ausmachen, in jedem Rhomboëder auf eine unabänderliche Art unter sich verbunden sind.

Wir wollen noch ein Beispiel anführen, das von einer sehr einfachen Struktur hergenommen ist, nämlich von der Struktur der Krystalle, deren Kerngestalt das regelmäfsige sechsseitige Prisma ausmacht. Es sey AD (Fig. 40) eine von den Grundflächen dieses Pris-

ma's in kleine Dreiecke eingetheilt, welches die Grundflächen eben so vieler Moleküls seyn mögen. Offenbar bilden jede zwei an einander grenzende Dreiecke, wie *Api*, *AOi*, zusammen einen Rhombus, und folglich machen die beiden Prismen, zu denen sie gehören, zusammen ein Prisma aus, dessen Grundflächen Rhomben sind. Dies gehört aber zur Gattung des Parallelepipedon.

Wir wollen uns nunmehr vorstellen, die dreiseitigen Prismen, welche die Elemente dieser Parallelepipeden sind, wären unabänderlich mit einander verbunden. Man wird daher statt der in der Fig. 40 vorgestellten Flächen-Verbindung die auf der Fig. 41 substituiren können, welche blofs aus Rhomben besteht, und die Grundflächen eben so vieler Parallelepipeden seyn werden.

Nehmen wir nun eine Reihe auf das Sechseck ABCDFG geschichteter Blättchen an, welche z. B. an ihren verschiedenen Rändern Subtraktionen einer Reihe solcher Parallelepipeden erfahren, als diejenigen, wovon hier die Rede ist, so werden diese Ränder allmählig in solche Linien fallen, wie die Seiten der Sechsecke *ilmnrh*, *kuxyge* u. s. w. vorstellen; hieraus sieht man, dafs die Gröfse, um welche ein jedes Blättchen über das folgende herausragen wird, eine Summe von Parallelepipeden oder von Prismen mit rhomboïdalen Grundflächen ist; und es läfst sich leicht urtheilen, dafs das Resultat der Decreszenz, vorausgesetzt, dafs sie ihre Vollkommenheit erreicht, eine gerade

sechsseitige Pyramide seyn wird, deren Grundfläche das Sechseck ABCDFG ist.

Alle andere vom Parallelepipedon verschiedene Grundgestalten geben ähnliche Resultate. Man könnte sogar jeder dieser Formen einen Kern unterlegen, welcher kleinen, aus Tetraëdern oder dreiseitigen Prismen zusammengesetzten Parallelepipeden ähnlich wäre; und man würde die sekundären Formen auf gleiche Weise durch Gesetze der Decreszenz, welche sich auf diesen Kern beziehen, der auch durch die mechanische Theilung erhalten werden würde, erklären können. Wir werden so in Rücksicht des Quarzes verfahren, weil in diesem Falle das Parallelepipedon an die Stelle des doppelt pyramidalen Dodecaëders gesetzt, auf einfachere Decreszenzen für gewisse Varietäten führt *i*).

i) Es giebt Krystalle, deren mechanische Theilung gleich Anfangs auf ein Prisma mit rhomboidalen Grundflächen führt, deren Winkel 120° und 60° betragen. Dieses Prisma läſst sich nach der Richtung einer der Diagonalen seiner Grundflächen weiter zertheilen, woraus folgt, daſs man auch unmittelbar aus dem sekundären Krystall ein sechsseitiges Prisma, welches aber nicht regulär seyn würde, erhalten könnte. In solchen Fallen werden wir das Prisma mit rhomboidalen Grundflächen als Kern annehmen, weil diese Form, auſserdem daſs sie einfacher ist, auch einen Charakter von Regelmäſsigkeit hat, welcher der andern fehlt, und in der Gleichheit und Aehnlichkeit der Seitenflächen besteht.

Es bietet sich aber hier eine Bemerkung dar, welche wir nicht übergehen dürfen. Es sey ABCD (Fig. 42) die obere Basis eines von den Prismen, von welchen wir eben gesprochen haben. Denken wir uns einen Augenblick, daſs dieses Prisma sich nur parallel mit seinen vier Seiten und zwei

Diese aus Tetraëdern oder dreiseitigen Prismen zusammengesetzten Parallelepipeden, deren Reihen das Maafs für die Gröfse der Decreszenz abgeben, welche die auf die Flächen der Grundgestalt aufgeschichteten

Grundflächen weiter theilen lasse. Die zu beiden Seiten des Rhombus ABCD angeschobenen kleinen Rhomben werden die Wirkung einer Decreszenz um eine Reihe an den zwei Längenkanten, die sich in den Punkten A und C endigen, vorstellen; und es leuchtet ein, dafs diese Decreszenz als sekundäre Form ein sechsseitiges Prisma hervorbringen wird, dessen Grundfläche durch B'*lm*D'*rh* vorgestellt ist.

Wenn man sich nun denkt, dafs das Rhomboïdal-Prisma, welches ABCD zur Grundfläche hat, sich in der Richtung der Diagonale BD in zwei dreiseitige Prismen weiter zertheilen läfst, so dafs alle kleine Rhomboidal-Prismen, aus denen es zusammengesetzt ist, der nehmlichen Theilung fähig sind, so wird man annehmen können, dafs die kleinen leeren Räume, die auf der einen Seite zwischen *l* und *m*, auf der andern zwischen *h* und *r* nach der Hypothese der Decreszenz vorhanden waren, durch dreiseitige Prismen ausgefüllt sind, in welchem Fall das sechsseitige Prisma unmittelbar ohne irgend eine Decreszenz gegeben seyn wird. Indefs werden wir doch nicht unterlassen, die Flächen, welche diese Beschaffenheit haben, so zu betrachten, als ob sie durch eine Decreszenz um eine Reihe entstanden wären, weil dann die Form des sekundären Krystalls blofs aus kleinen, der Grundgestalt ähnlichen Rhomboïdal-Prismen zusammengesetzt ist. Dies würde auch der Fall seyn, wenn die Decreszenz zwei oder mehr Reihen betrüge, so dafs hier nur ein besonderer Umstand eintritt, welcher wegen der Gleichförmigkeit der Gesetze der Struktur eben so betrachtet werden mufs, wie alle übrigen. Dieselbe Art zu schliefsen läfst sich auch auf die vom Parallelepipedon verschiedenen Kerngestalten anwenden, wie wir im Verfolge dieses Lehrbuches sehen werden.

Blättchen erleiden, nenne ich substraktive Moleküls (*molécules soustractives*) *k*).

Man sieht aus dem vorhergehenden, daſs, wenn man es genau nehmen will, die Theorie immerfort ihren Hauptzweck verfolgen würde, wenn sie auch bloſs bei den Parallelepipeden, welche die mechanische Theilung der Krystalle gleich anfänglich giebt, stehen bliebe; und die Art von Zergliederung, welche man mit diesen Parallelepipeden nachher vornimmt, wenn man bis zu der wirklichen Gestalt des integrirenden Molsküls aufzusteigen versucht, ist ein höherer Schritt, ohne welchen man mehr an der Beobachtung als an der Theorie etwas vermissen würde. Das Parallelepipedon macht hier die Einheit aus, auf welche alle Resultate der Theorie hinauslaufen; und es kommt nicht viel darauf an, ob es jenseits dieser Einheit Brüche giebt, die aus ihrer weiteren Eintheilung entstehen.

Man sieht zu gleicher Zeit, daſs die Theorie, vermittelst dieser Uebereinstimmung unter den Resultaten, welche die verschiedenen Formen der integrirenden Moleküls geben, den Vortheil erhält, ihren Gegenstand im allgemeinen behandeln zu können, indem sie diese Menge von Thatsachen, welche wegen ihrer Ver-

k) Man könnte sie auch substituirte Moleküls nennen, da sie nur an die Stelle der wahren Moleküls gesetzt werden; allein Herr Haüy hat ohne Zweifel deshalb den Namen substraktive Moleküls vorgezogen, um dadurch zugleich die genaue Verbindung anzudeuten, in welcher ihre Form mit den subtrahirten Reihen steht, deren Berechnung jene unmittelbar ergiebt. *K.*

schiedenheit nicht sehr geschickt zu seyn scheinen, sich in einen gemeinschaftlichen Punkt vereinigen zu lassen, in ein einziges Faktum verknüpft.

Unterschied zwischen der Struktur und dem Wachsen.

Bei der obigen Entwickelung der Theorie haben wir angenommen, daſs die Blättchen, aus welchen die von einer und derselben Gattung herstammenden Krystalle zusammengesetzt sind, von einem gemeinschaftlichen Kern ausgingen, indem sie Decreszenzen erlitten, welche gewissen Gesetzen unterworfen sind, von denen die Formen dieser Krystalle abhängen. Aber das ist nur eine bloſse Vorstellungsart, wodurch wir die Verhältnisse der Formen, von denen die Rede ist, gegen einander leichter wahrnehmen. Genauer zu reden, ist ein Krystall in seinem ganzen Inhalt nur ein regelmäſsiger Haufen von gleichartigen Moleküls. Er fängt nicht mit einem Kern von einer dem Volumen, das er erhalten soll, proportionirten Dicke an, oder, was dasselbe seyn würde, nicht mit einem Kern, der so groſs ist, wie der, den man mit Hülfe der mechanischen Theilung aus ihm erhält; und die Blättchen, die diesen Kern bedecken, sind nicht in derselben Ordnung, wie sie die Theorie betrachtet, der Reihe nach über einander gelegt. Der Beweis davon ist, daſs unter den Krystallen von ganz verschiedenen Durchmessern, die sich oft auf derselben Unterlage angeschossen befinden, diejenigen, welche man nur mit dem Mi-

kroskop unterscheiden kann, eben so vollendet sind, wie die, welche den gröfsten Umfang haben; woraus sich ergiebt, dafs sie dieselbe Struktur haben, d. h. dafs sie schon einen kleinen, ihrem Durchmesser proportionirten Kern in sich schliefsen, mit der erforderlichen Anzahl decreszirender Blättchen so umgeben, dafs das Polyëder mit allen seinen Flächen versehen ist. Jene mannichfaltigen Uebergänge aus der Grundgestalt in die sekundäre Form sieht man gar nicht, die doch statt finden müssen, wenn die Krystallisation die auf den Kern aufgesetzten pyramidenähnlichen Körper von der Grundfläche bis zur Spitze gleichsam schichtweise aufbaute *l*).

Man mufs sich also vorstellen, dafs z. B. ein Krystall, der dem vom Würfel entspringenden Rhomboidal-Dodecaëder (Fig. 11 und 12) ähnlich ist, schon vom ersten Augenblick an ein ganz kleines Dodecaëder selbst ist, welches einen seiner Kleinheit angemessenen kubischen Kern enthält, und dafs diese Art von Embryo in den nachfolgenden Augenblicken, ohne seine Form zu verändern, durch neue Lagen, die ihn von allen Seiten einhüllen, wächst, so dafs der Kern seinerseits ebenfalls zunimmt, und dabei immer in demselben Verhältnifs zum ganzen Krystall bleibt.

l) Dies ist indefs nur im allgemeinen richtig; denn bisweilen geschieht es bei der künstlichen Krystallisation (und es ist sehr wahrscheinlich, dafs dasselbe auch von der der natürlichen Körper gilt), dafs eine Form, die bis zu einem gewissen Grade des Wachsthums gelangt ist, auf einmal durch die Wirkung irgend eines besonderen Umstandes Veränderungen erleidet.

Wir wollen diese Idee durch eine Konstruktion, die sich auf das eben erwähnte Dodecaëder bezieht, und durch eine Flächenfigur vorgestellt ist, anschaulich machen. Was wir von dieser Figur sagen werden, läſst sich leicht auch auf einen geometrischen Körper anwenden, da man eine Flächenfigur jederzeit als einen Durchschnitt einer körperlichen Figur ansehen kann. Es sey also *tszs'* (Fig. 43 A) eine Verbindung kleiner Quadrate, worin das Quadrat BNDG, das aus 49 partiellen Quadraten besteht, der Durchschnitt des Kerns *m*) seyn mag, und die äuſseren Quadrate *t*, *p*, *i*, B, *f*, *c*, *s*, *e*, *h* u. s. w. eine Art Treppe ausmachen, die durch die aufgeschichteten Blättchen entsteht. Man kann sich denken, daſs das Zusammentreten der Quadrate mit dem Quadrat BNDG angefangen habe, und daſs verschiedene Reihen kleiner Quadrate sich nachher auf jede Seite des mittleren Quadrates angelegt haben, z. B. auf die Seite BN zuerst die fünf zwischen *f* und *h* begriffenen, dann die drei zwischen c und e eingeschlossenen und nachher das Quadrat *s*. Dieser Gang entspricht dem, der statt finden würde, wenn das Dodecaëder mit einem seinem Volumen angemessenen Würfel anfinge, und nachher

m) Dieser Schnitt ist der, der durch die Punkte *s*, *s'* (Fig. 11) des Dodecaëders und durch die Mitte der Kanten EO, AI u. s. w. des Kerns gehen würde. So muſs man den Punkt B (Fig. 43) als in gleicher Entfernung zwischen den Punkten E, O (Fig. 11) und den Punkt N in gleicher Entfernung zwischen den Punkten A, I, u. s. f. liegend sich vorstellen.

durch einen Anschuſs continuirlich decreszirender Blättchen wüchse.

Allein von einer andern Seite kann man sich auch denken, die Vereinigung der Moleküls gliche anfangs der, die man (Fig. 43 C) sieht, worin das Quadrat BNDG nur aus neun Moleküls besteht, und auf jeder seiner Seiten nur ein einziges Quadrat *s*, *t*, *s'*, *z* hat. Trägt man in Gedanken diese Verbindung auf den Körper über, dessen Durchschnitt sie vorstellt, so wird man leicht urtheilen, daſs dieser Körper einen aus sieben und zwanzig Moleküls bestehenden Kern habe *n*), und daſs jede aus neun Quadraten zusammengesetzte Fläche desselben auf dem mittleren Quadrate einen kleinen Würfel trägt, so daſs schon in diesem anfänglichen Dodecaëder die Decreszenz um eine Reihe sich ankündigt.

Durch einen Anzatz neuer Quadrate wird diese Vereinigung mit der Fig. 43 B übereinstimmend erfolgt seyn, wo das Centralquadrat BNDG von fünf und zwanzig kleinen Quadraten gebildet wird, und auf jeder seiner Seiten eine Reihe von drei Quadraten und dann noch ein Endquadrat *s*, *t*, *s'* oder *z* trägt. Hier haben wir schon zwei aufgeschichtete Blättchen statt eines einzigen. Endlich wird durch ein ferneres Herumlegen die Zusammenhäufung der Fig. 43 B sich in die der Fig. 43 A verwandelt haben, wo man drei aufge-

n) Weil jede Seite drei Moleküls, jede Fläche neun enthält, und der davon ausgehende Körper also den Cubus von drei, nämlich sieben und zwanzig enthalten muſs. *K.*

aufgeschichtete Blättchen wahrnimmt. Diese verschiedenen Uebergänge, deren Reihe man nach Belieben so weit fortsetzen kann, als man will, werden eine Idee von der Art geben, wie die sekundären Krystalle an Umfang zunehmen, und doch dabei ihre Form behalten können. Man kann hieraus folgern, dafs die Struktur mit dieser Vergröfserung des Volumens gleichen Schritt hält, so dafs das Gesetz, nach welchem in dem Augenblick, da der Kern seinen gröfsten Durchmesser erreicht hat, alle auf ihn aufgeschichtete Blättchen allmählig decresziren, in dem Krystall schon bei seiner Entstehung entworfen war.

Es sind noch grofse Schritte zu thun übrig, um die Theorie der Krystallisation zu vollenden. Wir haben nur die Gesetze der Struktur der Krystalle angegeben, und man sollte wohl eigentlich die Gesetze ihrer Entstehung selbst entwickeln können. Die Verwandtschaft der Moleküls zu einander, die Natur der Flüssigkeit, worin die Krystallisation bewerkstelliget wird, der Grad ihrer Dichtigkeit, ihre Temperatur und andere ähnliche Umstände würden eben so viele Elemente seyn, die man in den Calcul zu bringen hätte; und die Lösung des Problems müfste das Gesetz der Decreszenz, welches in jedem besondern Falle vermöge eben dieser Umstände statt findet, und die Gestalt des sekundären Krystalls, der aus diesem Gesetze entspränge, genau bestimmen.

Man sieht wohl im allgemeinen, dafs steinige, metallische oder andere Moleküls, die in einer Flüssigkeit schweben, und sich zur Bildung eines Krystalls

zu vereinigen geneigt sind, zu gleicher Zeit von einander und von den Moleküls der Flüssigkeit angezogen werden; und ihre Vereinigung wird dadurch bewirkt, daſs ihre Verwandtschaft zu einander die Verwandtschaft zur Flüssigkeit überwiegt. Nun wechselt die Anziehung der Flüssigkeit im Verhältniſs der Umstände, von denen wir gesprochen haben, und so muſs der Unterschied zwischen ihr und der gegenseitigen Anziehung der Moleküls, die immer dieselbe bleibt, ebenfalls Abwechselungen erleiden, welche auf die Verschiedenheit der krystallinischen Formen Einfluſs haben. Wenn in der Flüssigkeit fremdartige Materien zugegen sind, so werden auch diese ihrerseits etwas dazu beitragen, um die Wirkung der Flüssigkeit auf die wahren Moleküls zu modificiren. Hievon geben, wie es scheint, einige Axinitkrystalle einen Beweis ab, von denen nämlich ein Theil durch Braunstein violett, und der übrige durch Chlorit grün gefärbt ist. Der erste zeigt Abstumpfungen, die man am zweiten nicht bemerkt. Uebrigens ist letzterer regelmäſsiger gebildet, und hat keine Streifen auf seiner Oberfläche, wie der violette Theil.

Ein Ueberschuſs irgend eines der wesentlichen Bestandtheile könnte ebenfalls Einfluſs auf die Form des Krystalls haben, indem er seine eigenthümliche Wirksamkeit mit der der Flüssigkeit verbände. Denn es läſst sich gar nicht bezweifeln, daſs in Rücksicht jeder Substanz ein festes Verhältniſs ihrer Bestandtheile, welches ihre wahre Natur bestimmt, statt findet, so

dafs alles, was die durch dieses Verhältnifs gegebene Grenze übersteigt, als zufällig und einer fremdartigen Substanz sich nähernd, angesehen werden mufs.

Dies sind indefs hier nur flüchtige Blicke, denen ich noch andere, welche ebenfalls die Frage blofs leise treffen würden, hinzuzufügen mich enthalte. Wir haben neue Fortschritte in unseren Kenntnissen nöthig, ehe die Geometrie die erforderlichen Data bekommt, um die vereinigten Kräfte verschiedener bei der Krystallisation zusammenwirkender Potenzen unter eine genaue und strenge Theorie bringen und von den bereits ergründeten Thatsachen zu andern allgemeinen aufsteigen zu können, welche den wahren Ursachen, die unmittelbar von dem Willen des höchsten Wesens abhängen, näher kommen. Es ist eine reiche Lagerstätte, deren Förderung nur erst angefangen hat, und die auf günstigere Zeiten und geschicktere Hände wartet, ehe der erzführende Gang bis in eine gröfsere Tiefe verfolgt werden kann.

Von den Krystallen, deren eine Hälfte umgedreht ist, und von denen, welche sich zu durchwachsen scheinen.

Bis jetzt haben wir die Krystallisation betrachtet, in sofern sie ihren Resultaten den Charakter möglichster Vollkommenheit aufdrückt, und blofs isolirte, und von allen dem, was die Reinheit und die Symmetrie stören könnte, freie Formen hervorbringt. Es bleibt uns nun von gewissen besonderen Fällen zu sprechen

übrig, die unter dem Anschein von Abweichungen und Unregelmäſsigkeiten dennoch eine Tendenz zu denselben Gesetzen verbergen, welchen die Struktur gehorcht, wenn nichts ihren Gang beunruhigt und ihre Harmonie trübt.

In den gewöhnlichen Krystallen bilden die an einander grenzenden Flächen jederzeit unter sich hervorspringende, niemals einwärtsgehende (einspringende) Winkel. Allein es giebt auch krystallinische Formen, welche Winkel von dieser letzteren Art zeigen, und Romé de l'Isle hat zuerst bemerkt, daſs dies wirklich statt finde, wenn die eine von den beiden Hälften eines Krystalls sich in Rücksicht der andern in einer umgekehrten Lage befindet *o*). Ein sehr einfaches Beispiel wird diese Umkehrung deutlich machen.

Wir wollen annehmen, B*d* (Fig. 44) stelle ein schräges Prisma mit rhomboidalen Grundflächen in einer Lage vor, bei welcher die Seitenflächen AD*da*, CD*dc* u. s. w. senkrecht stehen, B, D die stumpfen Winkel der Grundfläche sind, und diese von A gegen C in die Höhe steigt. Wir wollen ferner annehmen, das Prisma sey in zwei Hälften durch eine Ebene zerschnitten, welche durch die von B nach D, und von *b* nach *d* gezogenen Diagonallinien ginge, die linke Hälfte bleibe stehen, und die andre drehe sich um, und bleibe dabei ununterbrochen in Berührung mit der ersten. Der Krystall wird nun das Ansehen haben, wie man ihn Fig. 45 sieht, wo das Dreieck

o) Crystallogr. T. I, introd. p. 93.

b'd'c', welches eine von den Hälften der unteren Basis (Fig. 44) war, nunmehr am oberen Theile (Fig. 45) liegt, und mit dem unverrückt gebliebenen Dreieck ABD einen hervorspringenden Winkel macht, indeſs das Dreieck BDC (Fig. 45), welches eine von den Hälften der oberen Basis (Fig. 44) war, an den unteren Theil (Fig. 45) zu liegen gekommen ist, und mit dem unverrückt gebliebenen Dreieck *abd* einen einwärts gehenden Winkel macht.

Man sieht leicht, daſs die Berührungsebene DB*bd* der beiden Hälften des Rhomboëders wie eine vermittelst einer Decreszeuz um eine Reihe auf der einen oder der andern von den Kanten A*a*, C*c* (Fig. 44) erzeugte Fläche liegt; und so steht die Art, wie diese beiden Hälften sich mit einander vereinigen, mit der Struktur in Beziehung.

Wenn man sich nun eine sekundäre Form denkt, die dasselbe Prisma zum Kern hat, und wenn man sie in der Richtung der Ebene DB*bd* durchschnitten, und eine ihrer Hälften umgedreht annimmt, so daſs die ihr correspondirende Hälfte des Kerns die nehmliche Lage einnimmt, wie im vorigen Falle, so wird die Zusammenfügung von der Art seyn können, daſs noch ein einwärts gehender Winkel auf der einen, und ein hervorspringender auf der andern Seite hervortritt, welche beide von der Neigung der durch die Decreszenz hervorgebrachten Flächen gegen einander entspringen werden.

In gewissen Fällen liegt die gemeinschaftliche Ebene, durch welche die beiden Hälften des Krystalls sich ver-

einigen, parallel mit einer Fläche des Kerns; und dennoch zeigt das zusammengefügte Ganze einen einwärts gehenden Winkel, der einem hervorspringenden gegenüber steht.

Ich habe diesen Umwendungen den Namen **Hemitropie** gegeben, welches **zur Hälfte umgedreht** bedeutet *p*), und ich nenne **hemitropische Krystalle** diejenigen, an denen sie vorkommen. Sie scheinen eine Polarität in den integrirenden Moleküls anzudeuten, wie ich beim Artikel vom Spinell weitläuftiger auseinandersetzen werde. Auch bei den Artikeln vom Feldspath, Augit, Zinnstein u. s. w. wird man merkwürdige Beispiele von Hemitropie finden.

Eine andere zufällige Beschaffenheit, die äuſserst häufig vorkommt, ist die Art, wie die in Gruppen beisammen sitzenden Krystalle sich an einander setzen, und gleichsam in einander verwickeln *q*). Diese Art von anscheinendem Durchwachsen ist so vielen Verschiedenheiten unterworfen, daſs man oft unter Krystallen von einer und derselben Gruppe nicht zwei findet, deren Stellung gleich ist. Den **Staurolith** muſs man davon ausnehmen, denn die Zusammenfügung der Prismen desselben ist, wie wir sehen werden, auf zwei besondere Fälle beschränkt, welche wir

p) Romé de l'Isle nannte sie *macles*. Da dieser Name aber schon für eine sehr gemeine Gattung von Mineral (dem Chiastolith) gebraucht wird, glaubte ich den doppelten Gebrauch desselben vermeiden zu müssen.

q) Man bedient sich zuweilen des deutschen Worts **Druse**, um eine Gruppe von Krystallen zu bezeichnen.

kennen lernen werden, wenn von der Krystallisation dieser Substanz gehandelt werden wird *r*).

Ob aber gleich im allgemeinen die Stellungen der Krystalle unendlich verschieden angetroffen werden, so findet man sie doch bei genauerer Untersuchung gewissen Gesetzen unterworfen, welche immer den Gesetzen der Struktur analog sind; und man sieht, daſs diese Krystalle, anstatt sich ungestüm auf einander zu werfen, sich über ihr Arrangement gleichsam vereiniget haben.

Wir wollen hier noch ein sehr einfaches Beispiel wählen. AC′ (Fig. 46) sey ein Würfel, und MNr eine gleichseitig dreieckige Fläche, die vermöge der Decreszenz um eine Reihe rings um die Ecke A an die Stelle derselben getreten ist. Wir wollen einen zweiten eben so abgeänderten Würfel annehmen, welcher mit dem ersten an der aus der angegebenen Decreszenz entstandenen Fläche zusammengefügt ist, so wird man die auf der Fig. 47 gezeichnete Verbindung erhalten.

Man kann sich nunmehr vorstellen, daſs einer der beiden Würfel, z. B. der unten gelegene, nach allen seinen Durchmessern wächst, ausgenommen an den Stellen, wo der andere ihn daran verhindert. In dem Maaſse, als dieses Wachsen beträchtlicher wird, wird der obere sich immer mehr und mehr in den unteren einsenken, und er kann endlich wohl gar völlig in ihm

r) Eben so verhält es sich mit dem Kreuzstein und Fraueneis. *K.*

versteckt werden. Man bemerkt wirklich Krystalle, welche in andre bis zu allen Graden der Tiefe, jedoch immer dergestalt eingesenkt sind, daſs ihre Berührungsebene eine Lage hat, die einer durch Decreszenz entstandenen Fläche ähnlich ist, so daſs beide Strukturen, jede für sich, ihren gewöhnlichen Gang bis auf diese Ebene nehmen, welche ihnen als gleichseitige Grenzlinien dient. Ich habe Würfel vom fluſsgesäuerten Kalk, die in einander lagen, zertheilt und gefunden, daſs die Blättchen eines jeden sich ohne Unterbrechung ausdehnten, bis sie sich auf einmal durch die gemeinschaftliche Verbindungsebene aufgehalten fanden.

Das eben angeführte Beispiel beruht auf einem sehr einfachen und regelmäſsigen Gesetze der Decreszenz. Oft aber weichen die Gesetze, welche die Berührungsebene bestimmen, von dieser Einfachheit mehr oder weniger ab, und manche sind ganz auſserordentlich.

Wenn zwei Prismen sich um die Mitte ihrer Axen durchkreuzen, so entstehen zwei Berührungsebenen, welche sich gleichfalls in einer gemeinschaftlichen Linie kreuzen, wie wir beim Artikel vom Staurolith sehen werden; und beide Ebenen haben auch solche Lagen, die denen analog sind, welche unmittelbar durch Gesetze der Decreszenz bestimmt werden würden.

Ich führe übrigens hier nur die Resultate einer ganz geringen Anzahl von einzelnen Beobachtungen an. Ich nehme mir vor, diesen Gegenstand, welchen ich nur oberflächlich berührt habe, in der Folge wieder aufzunehmen, und die Theorie, deren ich ihn für fähig halte, weiter zu entwickeln.

Von den Zeichen, wodurch die Krystalle ausgedrückt werden sollen.

Der Zusammenhang, in welchem die mannichfaltigen aus einer und der nämlichen Substanz entspringenden Krystalle mit einer gemeinschaftlichen Kerngestalt stehen, gründet sich, wie wir gesehen haben, auf die Gesetze der Struktur, und diese Gesetze bestimmen die Zahl und Lage der Flächen, welche die Oberfläche jedes Krystalls ausmachen. Daher hat der Naturforscher, welcher sich mit dem Gange dieser Gesetze vertraut gemacht hat, oft gar nichts weiter nöthig, als die Kerngestalt und die Reihen der Decreszenz, welche ihre Ecken oder Kanten erleiden, um sich das daraus entspringende Polyëder vorzustellen, und gewissermaſsen die Metamorphose des Kerns, aus welchem dieses Polyëder entseht, in Gedanken vorgehen zu sehen.

Diese Betrachtungen erweckten die Idee in mir, den Ausdruck der verschiedenen Gesetze, welche die sekundären Krystalle bestimmen, in eine ganz kurze, der algebraischen Analysis ähnlichen Zeichensprache zu übersetzen, und so diese Krystalle gewissermaſsen in Formeln auszudrücken. Zu diesem Zwecke war es hinreichend, die Ecken und die Kanten der Kerngestalt durch Buchstaben zu bezeichnen, und diese Buchstaben mit Zahlen zu begleiten, welche die Gesetze der Decreszenz anzeigen, die an solchen Ecken oder Kanten statt finden, und die sekundäre Form hervorbringen. Ich habe versucht, die Buchstaben nach einer bestimmten Regel auf einander folgen zu lassen, wel-

che mit der alphabetischen Ordnung übereinstimmt, so daſs die Ordnung derselben sich von selbst ergiebt.

Wenn man hierauf und auf einige andere Punkte Acht giebt, welche die Art, wie man die Zahlen setzt, betreffen, so bedarf es, wie mir scheint, bloſs einige Augenblicke, um den Schlüssel zu dieser Methode zu finden; und die Grundsätze, welche bei Anwendung jener Methode zur Richtschnur dienen müssen, werden sich dem Gedächtniſs leicht einprägen.

Hat man auf diese Weise die verschiedenen Formeln, welche gleichsam aus der Theorie genommene Bilder der zu einer und derselben Substanz gehörigen Krystalle seyn werden, in einem sehr kleinen Raume aufgezeichnet und vereinigt, so wird es eben so leicht seyn, sie sowohl unter einander, als auch mit der Kerngestalt, welche ebenfalls ihren eigenen Ausdruck hat, zu vergleichen, die Uebergänge der einfacheren Formen in die zusammengesetzteren zu verfolgen, das, was sie gemeinschaftliches haben, von dem, was einer jeden von ihnen eigenthümlich ist, zu unterscheiden; mit einem Wort, die Mannichfaltigkeit im Einzelnen und die Einheit des Ganzen mit einem Blicke zu übersehen.

Die Fig. 48 möge ein schiefwinkeliges Parallelepipedon vorstellen, dessen Flächen ungleiche Winkel haben *s*). Es sey die Kerngestalt einer eigenen Mineraliengattung und zwar des Feldspathes *t*).

s) Das heiſst hier: worin nur die einander gegenüberstehenden Winkel jedes Parallelogramms einander gleich sind. *K.*

t) Man muſs sich das Parallelepipedon so gezeichnet vorstellen, daſs der Winkel BAC, der vom Zuschauer am weite-

Ich habe im allgemeinen die Vokale zur Bezeichnung der Ecken gewählt. Man setze also die vier ersten, A, E, I, O, an die vier Ecken der oberen Grundfläche, unter Beobachtung der alphabetischen Ordnung und zugleich der gewöhnlichen Art zu schreiben, bei welcher man nämlich oben anfängt, und von der linken Hand nach der rechten geht; s. die Fig. 49, auf welcher die Stellungen der Buchstaben deutlich in die Augen fallen.

Die Consonanten habe ich im allgemeinen zur Unterscheidung der Kanten gebraucht. Man setze daher nach derselben Regel die sechs ersten, B, C, D, F, G, H, mitten auf die Seitenlinien der oberen Grundfläche und an die beiden Längenkanten der Seitenfläche, die sich suvörderst von der Linken zur Rechten zeigt (Fig. 48).

Endlich setze man in die Mitte der oberen Grundfläche und in die Mitte der beiden nach vorn gelegenen Seitenflächen die drei Buchstaben P, M, T, welches die Anfangsbuchstaben der Sylben sind, woraus das Wort primitiv besteht.

Jede von den mit Buchstaben bezeichneten vier Ecken oder sechs Kanten kann im gegenwärtigen Falle wegen der unregelmäfsigen Form des Parallelepipedons *u*),

sten entfernt ist, einer von den stumpfen Winkeln der oberen Basis ist.

u) Herr Haüy nennt dies Parallelepipedon unregelmäfsig im Vergleich mit dem eigentlichen Rhomboëder, dem geraden Parallelepipedon und dem Würfel, die alle in der Folge betrachtet werden. *K.*

besondere Gesetze der Decreszenz erleiden. Es sey nämlich A*p* (Fig. 50) dasselbe Parallelepipedon. Vergleicht man die beiden dem Durchmesser nach entgegengesetzt liegenden Ecken O, *r* mit einander, so sieht man leicht, dafs die ebenen Winkel, woraus diese Ecken bestehen, zu zwei und zwei genommen, einander gleich sind, nämlich 1) EOI ist gleich *sru*, 2) ist EO*p* gleich *ur*A, und 3) IO*p* gleich *sr*A. Daraus folgt, dafs unter den ebenen Winkeln, die sich je drei und drei um die Ecken A, O herum vereinigen, nur zwei einander gleich sind, nämlich EOI und IAE, die einander in einem und demselben Parallelogramm gegenüber stehen; aber der Winkel EO*p* ist das Complement des Winkels IA*r*, und der Winkel IO*p* das Complement des Winkels EA*r*. Eben so sind die körperlichen Winkel I, *s* aus ebenen Winkeln zusammengesetzt, wovon immer zwei und zwei einander gleich sind *v*); aber unter den ebenen Winkeln, welche die Ecken E, I bilden, sind nur AIO und AEO einander gleich. Hieraus folgt, dafs, da die Ecke O anders beschaffen ist, als die Ecke A, und eben diese Verschiedenheit auch in Rücksicht der Ecken I, E, statt findet, jede dieser Ecken in Rücksicht auf die Krystallisation von der, welche ihr nach der Diagonale correspondirt, gleichsam unabhängig ist. Endlich sind auch die Kanten C und D, B und F, G und H (Fig. 48), jede mit der andern verglichen, eben so wenig von gleicher Beschaffenheit, weil die beiden Flächen,

v) Nämlich OI*n* = E*sr* und AI*n* = E*sp*. *K.*

deren Durchschnittslinie eine dieser Kanten ist, sich nicht unter demselben Winkel schneiden, als die, welche die andere Kante zur Grenzlinie haben *w*). Aber zwischen diesen Kanten, und denen, welche ihnen im Diameter entgegengesetzt sind, z. B. zwischen AI und *ps* (Fig. 50), zwischen AE und *pu* u. s. w. findet vollkommene Gleichheit statt.

Man sieht hieraus, warum die vier Ecken rings-um die obere Grundfläche, so wie die vier Kanten dieser Grundfläche, und die beiden Längenkanten, welche sich von vorne zeigen, jede mit einem besonderen Buchstaben bezeichnet sind. Da aber die Gesetze der Decreszenz mit der gröſst-möglichsten Symmetrie, wenigstens für gewöhnlich, wirken, so geschieht alles, was an einer der bezeichneten Ecken oder Kanten statt findet, auch an der im Diameter entgegengesetzten, zwischen den unverändert gebliebenen, belegenen Ecken oder Kanten. Es war demnach nichts weiter nöthig, als die Zahl der Ecken oder Kanten zu bezeichnen, die wirklich verschiedene Decreszenzen erleiden, weil letztere diejenigen mit in sich begreifen, welche an den analogen Ecken oder Kanten statt haben.

Man ist indeſs zuweilen genöthigt, auch diese letzteren Ecken oder Kanten anzugeben. Dann werden wir uns kleiner, mit den groſsen Fig. 48 gebrauchten gleichnahmiger Buchstaben bedienen, d. h. *p* (Fig. 50)

w) Auch diese Flächenwinkel können einander nicht gleich seyn, weil sie sich zu zweien rechten Winkeln ergänzen, und das Parallelepipedon schiefwinkelig angenommen worden ist. *K.*

wird mit *a*, *sp* mit *c*, *pu* mit *b* u. s. w. bezeichnet werden. Aber es wird nur selten nöthig seyn, diese kleinen Buchstaben auf der Figur anzugeben; es wird hinlänglich seyn, sie in das Zeichen des Krystalls aufzunehmen, weil man leicht in Gedanken jeden an den ihm gehörigen Platz stellen wird.

Um die Wirksamkeit der Decreszenzen um eine, zwei, drei und mehr Reihen in die Breite anzugeben, wird man die ganzen Zahlen 1, 2, 3, 4 u. s. w. auf die Art gebrauchen, welche sogleich auseinandergesetzt werden soll; und um die Wirkungen der Decreszenzen um zwei, drei, vier Reihen u. s. w. in die Höhe anzuzeigen, wird man die Brüche $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ u. s. w. nehmen *x*).

Die drei Buchstaben P, M, T werden theils dazu dienen, die Form des Kerns ohne irgend eine Abänderung zu bezeichnen, und dann werden sie allein das Zeichen des Krystalls ausmachen, theils wird man durch sie die Flächen angeben, welche den Flächen des Kerns parallel liegen, in dem Falle nämlich, wo die Decreszenzen ihr völliges Ziel nicht erreicht haben, und dann werden diese Buchstaben, verbunden mit denen, welche die Ecken oder die Kanten anzeigen, worauf die Decreszenzen wirken, das Zeichen des Krystalls ausmachen.

Wir wollen zuvörderst um mehrerer Einfachheit willen annehmen, daſs eine von den Ecken, z. B. O,

x) Man könnte sowohl jene ganzen Zahlen, als diese Brüche, den *Index* nennen. K.

durch eine einzige hinzukommende Fläche verschwunden sey. Die Decreszenz, der man die Entstehung dieser Fläche zuschreiben kann, läſst sich, wie oben gezeigt worden ist, entweder auf der Grundfläche P, oder auf der Seitenfläche T, die dem Zuschauer zur Rechten, oder auf der Seitenfläche M, die ihm zur Linken liegt, annehmen *y*).

Im ersten Falle setzt man die Bezeichnungszahl über den Buchstaben; im zweiten an die Stelle, wo man gewöhnlich die Exponenten *z*) hinsetzt, rechter Hand oben an den Buchstaben; und den dritten Fall drückt man dadurch aus, daſs man die Zahl linker Hand, und ebenfalls oben an den Buchstaben, hinschreibt.

Auf diese Art wird $\overset{2}{O}$ eine Decreszenz um zwei Reihen in die Breite, parallel mit der Diagonale der Grundfläche P, die durch den Winkel E *a*) gezogen wird, ausdrücken; O^3 eine Decreszenz um drei Reihen in die Breite, parallel mit der durch den Winkel I *b*) gehenden Diagonale der Fläche T, und ^4O eine Decreszenz um vier Reihen, parallel mit der durch den Winkel E *c*) hindurchgehenden Diagonale der Fläche M.

y) Unter der Voraussetzung, daſs die Wirkung dieser Decreszenz sich auch über die beiden andern erwähnten Flächen verbreitet. *K.*

z) Nämlich die Exponenten der Potenzen in der Algebra. *K.*

a) Eigentlich durch E und I. *K.*

b) Durch I und *p* (Fig. 50). *K.*

c) Durch E und *p* (Fig. 50). *K.*

Wenn die Decreszenz eine von den andern Ecken I, A, E trifft, so denkt man sich den Zuschauer um den Krystall herumgehend, bis er diesem Winkel gegenüber steht, wie er sich Anfangs von selbst in dem Falle, wovon wir eben gesprochen haben, dem Winkel O gegenüber befand; oder, was auf eben dasselbe hinausläuft, man denkt sich, er drehe den Krystall um, bis die Ecke, die er betrachten will, vor ihm liegt; und eben auf diese Stellung bezieht man es, wenn man sagt, eine solche Decreszenz finde rechts oder links statt.

Wenn z. B. von der Ecke A die Rede ist, so wird das Zeichen A^2 eine Decreszenz um zwei Reihen auf der Fläche AE*sr* (Fig. 50), d. i. der, welche der Fläche T (Fig. 48) entgegengesetzt ist, anzeigen, und ^3A wird eine Decreszenz um drei Reihen auf der Fläche Al*ur* (Fig. 50), d. i. auf der, welche der Fläche M (Fig. 48) gegenüber liegt, vorstellen. In der Folge werden wir den Nutzen dieser Art sich zu orientiren, in Bezug auf die Gleichförmigkeit der Methode, einsehen.

Was die Decreszenzen auf den Kanten betrifft, so wird man die, welche an dem Umriſs BCFD der Grundfläche vor sich gehen, durch eine über oder unter den Buchstaben gesetzte Zahl ausdrücken, je nachdem ihre Wirkung, wenn man von der Kante, auf welche sie sich beziehen, ausgeht, aufwärts oder abwärts steigt; und die Decreszenzen, welche die Längenkanten G, H treffen, werden durch einen entweder rechts oder links vom Buchstaben gestellten Exponenten

angezeigt

angezeigt werden, je nachdem sie nach der einen oder der andern Richtung hingehen.

So wird $\overset{2}{D}$ eine Decreszenz um zwei Reihen ausdrücken, die von D nach C geht; $\overset{3}{C}$ eine Decreszenz um drei Reihen, die von C nach D geht; $\underset{2}{D}$ eine Decreszenz um zwei Reihen, welche nach der Fläche M herabsteigt; ^3H eine Decreszenz um drei Reihen von H nach G; ^4G eine Decreszenz um vier Reihen von G nach der H entgegengesetzten Kante u. s. w.

In dem Falle, wo man genöthigt wäre, eine Decreszenz an der Kante *ur* (Fig. 50), welche der mit dem Buchstaben groſs D (Fig. 48) bezeichneten entgegensteht, mittelst eines kleinen Buchstabens, z. B. *d* zu bezeichnen, so denkt man sich den Krystall von unten nach oben gedreht. So würde demnach $\overset{2}{d}$ eine Decreszenz um zwei Reihen ausdrücken, die über die untere Grundfläche *p* in die Höhe steigt, so wie $\overset{2}{D}$ eine dergleichen ausdrücken würde, welche über die obere Basis P aufsteigt. Aus demselben Grunde würde $\underset{3}{c}$ eine Decreszenz um drei Reihen ausdrücken, die von *sp* (Fig. 50) nach EO ginge.

Wenn eine und dieselbe Ecke oder Kante mehrere Decreszenzen nach einander auf der nehmlichen Seite oder solche, die auf verschiedeneu Seiten statt finden, erleidet, so wird man den karakteristischen Buchstaben eben so oft wiederholen und die Zahlen der Verschiedenheit der Decreszenz gemäſs abändern. So wird $\overset{2}{D}\underset{3}{D}$ zwei Decreszenzen an der Kante D bezeichnen, wovon die eine zweireihige über die Grundfläche P hinauf, die andere dreireihige auf die Fläche M herab-

steigt. ²H ⁴H wird zwei Decreszenzen bezeichnen, die eine um zwei, die andere um vier Reihen, links von der Kante H u. s. f.

Wenn gemischte Decreszenzen statt finden, so bezeichnet man sie nach denselben Regeln mit Brüchen $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$ u. s. w., welche sie vorstellen, und deren Zähler sich auf die Decreszenz in die Breite, der Nenner aber auf die Decreszenz in die Höhe bezieht.

Es ist nun noch die Art, wie die mittleren Decreszenzen anzudeuten sind, zu erwähnen übrig. Ein Beispiel wird die Methode erläutern, welche wir dazu gewählt haben. Es sey AEOI (Fig. 51) dieselbe Fläche wie Fig. 48. Wir wollen ferner eine Decreszenz um eine Reihe doppelter Moleküls in einer Richtung, welche xy parallel läuft, annehmen, so daſs Oy Linien enthält, die doppelt so groſs sind, als eine Molekülskante, Ox aber Linien, die einer solchen Kante gerade gleich sind. Man wird diese Decreszenz so bezeichnen ($\overset{1}{O}D^1F^2$). Die Parenthese giebt sogleich zu erkennen, daſs die Decreszenz eine mittlere ist; $\overset{1}{O}$ zeigt an, daſs sie um eine Reihe an der mit diesem Buchstaben bezeichneten Ecke statt findet, und daſs sie sich auf die Grundfläche AEOI (Fig. 48) bezieht. D^1F^2 zeigen an, daſs gegen eine einzige Molekülskante, welche der Länge der Seite D nach subtrahirt worden, zwei der Länge der Seite F nach befindliche Kanten subtrahirt sind.

Es ist nützlich, auch eine Sprache zu haben, um diese verschiedenen Zeichen auszusprechen, so daſs sie beim Diktiren leicht geschrieben werden können. Die

Zeichen O^2, ^3O wird man aussprechen: O zwei rechts, und O drei links; um $\overset{2}{O}$, $\underset{4}{O}$ auszusprechen, wird man sagen: O zwei oben, O vier unten; endlich das Zeichen ($\overset{1}{O}D^1F^2$) wird man auf die Art aussprechen: in Parenthese, O eins oben, D eins, F zwei *d*).

Wir wollen ein Beispiel von der Verbindung dieser verschiedenen Zeichen bei dem Ausdruck einer zusammengesetzten krystallinischen Form geben. Vorher aber muſs die Ordnung bestimmt werden, nach welcher die Buchstaben, die zu einem und demselben Ausdruck gehören, auf einander folgen sollen. Wenn man da die alphabetische Ordnung annehmen wollte, so würde daraus in dem Bilde, welches die Formel vorstellen soll, eine Art von Verwirrung entstehen. Es scheint natürlicher zu seyn, daſs man sich nach der Ordnung bequemt, die ein Beobachter bei der Beschreibung des Krystalls selbst befolgen würde, d. h. man fängt mit dem Prisma oder dem mittleren Theile an, nennt seine verschiedenen Flächen, so wie sie sich nach einander dem Auge darbieten, und geht dann erst zu den Flächen der Endspitze oder Pyramide über. Dies wird durch die verschiedenen Beispiele erläutert

d) Die französischen Ausdrücke sind: *O deux à droite*, *O trois à gauche*; *O sous deux*, *O sur quatre*; und: *en parenthèse*, *O sous un*, *D un*, *F deux*. Die deutsche Benennung, O zwei oben, statt O unter zwei u. s. w. hat den Vorzug, daſs sie dem ersten, O zwei rechts u. s. f. besser entspricht, deutlicher ist, und weniger zu Verwechselungen Anlaſs giebt. W.

werden, die wir im Verfolge dieses Artikels anführen werden.

Wir wollen jetzt annehmen, die Fig. 52 stelle die Varietät des Feldspathes, welche bibinär e) heifst, vor, deren Kerngestalt man Fig. 48 sieht. Bei dieser Varietät entspringt die Seitenfläche *l* (Fig, 52) aus einer Decreszenz um zwei Reihen an der Kante G (Fig. 48) rechts nach H hin; die Seitenfläche M (Fig. 52) entspricht der mit gleichem Buchstaben bezeichneten Fläche (Fig. 48), welche nur zum Theil durch die Wirkung der Decreszenz verdeckt worden ist. Die Seitenfläche T (Fig. 52) liegt der Fläche T (Fig. 48) parallel; das Fünfeck *x* (Fig. 52) entspringt von einer Decreszenz um zwei Reihen auf der Ecke I (Fig. 48), parallel mit der Diagonale, die von A nach O geht. Und da endlich auch diese Decreszenz ihre eigentliche Grenze nicht erreicht, so findet sich an dem oberen Ende noch ein zweites Fünfeck P (Fig. 52), parallel mit der Grundfläche P (Fig. 48). Diese ganze Beschreibung läfst sich auf folgende Art in fünf Buchstaben bringen: $G^2 M T \overset{2}{I} P$.

Ich hatte mich anfänglich darauf beschränkt, die algebraische Zeichensprache blofs durch reine und einfache, denen so eben dargelegten ähnliche Ausdrücke zu bilden. Allein ich merkte in der Folge, dafs man nicht Vorsichtsregeln genug anwenden kann, damit

e) Dieses Epitheton wird mit allen ähnlichen, welche die krystallinischen Varietäten bezeichnen, weiter unten näher erklärt werden. *K.*

von dieser äufserst gedrängten Sprache alles, was räthselhaft bleiben könnte, entfernet würde. Ich hatte ferner bemerkt, dafs, zumal in dem Falle, wo die Form aus einer grofsen Menge von Flächen zusammengesetzt ist, welches nothwendig eine verhältnifsmäfsige Verwickelung im Ausdruck des Zeichens mit sich bringen mufs, die Anfänger sehr in Verlegenheit gerathen würden, wenn sie das Zeichen auf die Gestalt beziehen sollten. Um dieser Schwierigkeit zu begegnen, hielt ich für gut, noch unter die Buchstaben, welche das Zeichen ausmachen, diejenigen Buchstaben zu setzen, welche denselben in der Figur selbst entsprechen. Vermöge dieses Zusatzes sieht das Zeichen des bibinären Feldspathes so aus: $\underset{l}{G^2}\,\underset{M}{M}\,\underset{T}{T}\,\underset{x}{\overset{2}{I}}\,\underset{P}{P}$. Auf diese Art werde ich im Verfolg dieses Werkes bei allen krystallinischen Formen verfahren, und immer einem jeden Zeichen eine Art von Wegweiser beigeben, der dazu dienen soll, sich in ihm zurecht zu finden, so verwickelt es auch seyn mag.

Wir gehen nun zu den Parallelepipeden von regelmäfsigerer Form über, und wollen zuerst die Fälle betrachten, wo sie vom Rhomboëder abweichen. Man kann annehmen, dafs jedes darunter im allgemeinen mit dem auf der 48sten Figur vorgestellten übereinkommt, jedoch speziell an Symmetrie gewinnt. Zufolge dieser Abänderung werden gewisse körperliche oder hervorspringende Winkel, die im ersteren Parallelepipedon verschieden waren, einander gleich. Alles, was bei dem einen statt findet, gilt auch von dem andern, und sie müssen daher mit dem nehmlichen

Buchstaben bezeichnet werden. Eben so wie in der Algebra gewisse allgemeine Formeln in besondern Fällen einfacher werden, wo eine Gröſse, die man Anfangs von einer andern verschieden angenommen hatte, ihr gleich wird.

Wir wollen uns z. B. vorstellen, die Kerngestalt sey ein gerades Prisma, dessen Grundflächen schiefwinkelige Parallelogramme wären, deren eine Seite länger seyn mag, als die andere *f*). Man hat also (Fig. 48) O = A, I = E u. s. w. Auf beiden Seiten wird man daher den zweiten Buchstaben statt des ersten setzen, wie man auf der Fig. 53 sieht.

Verfolgt man die verschiedenen Abänderungen des Parallelepipedons weiter, so wird man sehen, wie sie die verschiedenen Grade von Einfachheit durchlaufen, und dadurch entstehen wieder neue Identitäten zwischen den charakterisirenden Buchstaben ihrer Ecken oder Kanten. Man wird daher allmählig erhalten:

Für das schräge *g*) Prisma, dessen Grundflächen Rhomben sind, den Ausdruck, welcher Fig. 54 gezeichnet ist.

f) Also mit einem Worte ausgedrückt Rhomboiden! Da dies der wissenschaftliche Ausdruck für die hier eben beschriebene Fläche ist, so ist der Körper, dessen Flächen Rhomben sind, und den Herr Haüy gegen die Analogie Rhomboide nennt, immer im deutschen durch Rhomboëder gegeben. *K.*

g) Ich brauche hier diesen bestimmteren Ausdruck für schiefwinkelig, um anzudeuten, daſs die Endflächen schräge auf den Seitenflächen aufgesetzt sind. Die Winkel, unter

Für das gerade Prisma mit rechtwinkeligen Grundflächen den Ausdruck der Fig. 55.

Für das gerade Prisma, dessen Grundflächen Rhomben sind, den auf der Fig. 56.

Für das gerade Prisma, dessen Grundflächen Quadrate sind, den auf der Fig. 57, VII Taf.

Für den Würfel endlich den auf auf der Fig. 58. Hier hat man nur die obere Grundfläche mit Buchstaben bezeichnet, weil man das, was von dieser Grundfläche gilt, auf jede beliebige von den übrigen Flächen anwenden kann.

Die Methode, welche wir befolgen werden, um alle diese verschiedenen Gestalten in Formeln darzustellen, wird der ähnlich seyn, welche wir bei dem ungleichwinkeligen Parallelepipedon der Fig. 48 beobachtet haben, wobei wir aber die Wiederholung gleichnamiger Buchstaben, sobald sie mit denselben Zahlen auf dieselbe Weise bezeichnet sind, unterlassen.

Ein Beispiel wird diese Methode erläutern. Die Fig. 59 stellt die gewöhnlichste Varietät des Cymophans *h*) vor, dessen Kern ein rechtwinkeliges Parallelepipedon ist, wie man es auf der Fig. 55. sieht. Das Zeichen für den sekundären Krystall wird seyn:

welchen die letzteren Flächen die ersteren schneiden, sind dann theils spitze, theils stumpfe; daher die Ecke A der Ecke O ungleich. Beim geraden Prisma (Fig. 56) sind diese gegenüberstehenden Ecken einander gleich, weil die Endflächen senkrecht auf der Seitenfläche stehen. *K.*

h) Chrysoberyll nach Werner. *K.*

$\underset{M}{M}\underset{T}{T}\,{}^2G\,\underset{s}{G^2}\,\underset{i}{\overset{1}{B}}\,\underset{o}{A^{\frac{3}{2}}}\,{}^{\frac{3}{2}}A$. Ich habe diese Varietät ringfacettirten Cymophan (*cymophane annulaire*) genannt.

Um den Gang besser zu übersehen, der zu dem vorigen Ausdruck geleitet hat, wollen wir alle Ecken und alle Kanten mit eben so viel besondern Buchstaben bezeichnen, als wenn das Parallelepipedon schiefwinklig wäre. Man sehe die Fig. 60. Das Zeichen wird nun werden: $MT\,{}^2G\,H^2\,\overset{1}{B}\,\overset{1}{F}\,E^{\frac{3}{2}}\,{}^{\frac{3}{2}}O$. Vergleicht man aber die Fig. 60 mit der Fig. 55, so sieht man, daſs $H = G$, $F = B$, $O = A$, $E = A$ ist u. s. w. Wenn man also an die Stelle der ersteren Buchstaben ihre Werthe setzt, so hat man $MT\,{}^2G\,G^2\,\overset{1}{B}\,\overset{1}{B}\,A^{\frac{3}{2}}\,{}^{\frac{3}{2}}A$. Dies kommt mit dem oben angegebenen Ausdruck überein, in welchem nur die unnütze Wiederholung des $\overset{1}{B}$ unterlassen ist.

Aus dem vorhergehenden ergiebt sich, daſs man sich hüten muſs, z. B. ${}^2G\,G^2$ mit $G^2\,{}^2G$ zu verwechseln. Das erste Zeichen bedeutet eine Decreszenz auf der Fläche T (Fig. 55) und der ihr entgegengesetzten, welche von den Kanten G nach denen Kanten hin gehet, die ihnen hinten am Parallelepipedon correspondiren; das zweite aber bezeichnet Decreszenzen auf der Fläche M, die auf einander zulaufen. Fänden beide Decreszenzen zugleich statt, so wäre das Zeichen, das sie vorstellte ${}^2G^2$.

Bei den obigen Zeichen darf jeder Buchstabe, z. B. ${}^2G$ oder G^2 nur auf eine einzige Kante bezogen werden, die eben so liegt, wie dieser Buchstabe selbst, zur Rechten oder zur Linken. Allein ${}^2G^2$ läſst sich

ohne Unterschied auf eine Kante, wie auf die andere, beziehen; daher wäre es unnütz, diesen Buchstaben zu wiederholen.

Wir wollen ein neues vom distischen Topas (*topaze distique*) (Fig. 61) entlehntes Beispiel geben. Wenn wir annehmen, daſs die Fig. 56 die Kerngestalt vorstelle, nämlich ein gerades Prisma, dessen Grundflächen Rhomben sind, so haben wir für die genannte Varietät dieses Zeichen: $\underset{o}{{}^{3}G^{3}}\,\underset{M}{M}\,\underset{r}{\overset{2}{B}}\,\underset{s}{\overset{3}{B}}\,\underset{z}{\overset{1}{E}}\,\underset{u}{\overset{2}{E}}\,\underset{P}{P}$.

In diesem Zeichen zeigt ${}^{3}G^{3}$ zwei verschiedene Flächen an, die sich zu beiden Seiten jeder Kante G (Fig. 56) gebildet haben. Es ist indeſs nicht nöthig, zwei Buchstaben unter dieses Zeichen zu setzen, weil alle auf gleiche Art gelegene Flächen auf der Figur mit demselben Buchstaben bezeichnet sind, und es daher hinlänglich war, anzugeben, daſs das Zeichen ${}^{3}G^{3}$ sich auf die mit dem Buchstaben *o* bezeichneten Flächen bezieht; daher dieser Buchstabe unter das Zeichen nur einmal geschrieben zu werden brauchte.

Nach denselben Grundsätzen wird man leicht folgern können, daſs das vom Würfel (Fig. 58) herstammende oben betrachtete Rhomben-Dodecaëder durch diesen einzigen Buchstaben $\overset{1}{B}\underset{1}{B}$ *i*) ausgedrückt wird, daſs ferner das von demselben Kern entspringende Octaëder das Zeichen $\overset{1}{A}\,{}^{1}A^{1}$ *k*) hat u. s. w.

i) Weil es durch Decreszenzen um eine Reihe auf den Kanten entspringt. M. s. Fig. 13. II Taf. *K.*

k) Wo A das Symbol aller rechtwinkeligen Ecken ist, von welcher die Decreszenz sowohl um eine Reihe in die

Das Rhomboëder, wenn man sich es nach der natürlichsten Ansicht denkt, d. h. in der Lage, daſs die beiden aus drei gleichen ebenen Winkeln zusammengesetzten Ecken an derselben senkrechten Axe liegen, hat eigentlich keine Grundflächen, sondern bloſs zwei Endspitzen, welche die äuſsersten Enden der Axe sind. Man wird die Ecken und Kanten desselben so bezeichnen, wie auf der (Fig. 62) geschehen ist. Der Buchstabe *e* giebt zu erkennen, daſs die Ecke, welche ihn trägt, der ähnlich ist, die mit demselben groſsen Buchstaben bezeichnet worden; so daſs, wenn die Bezeichnung aller an der Seite herumliegenden Ecken ausgedrückt würde, die drei der oberen Endspitze am nächsten liegenden den Buchstaben E, und die drei, welche der unteren Endspitze benachbart sind, und den ersten im Diameter entgegenstehen, *e* zum charakterisirenden Buchstaben erhalten würden. Man sehe das, was oben über die gleiche Bedeutung der groſsen und kleinen gleichnamigen Buchstaben gesagt wurde.

Da die sechs Flächen des Rhomboëders einander gleich und ähnlich sind, so braucht man nur die Decreszenzen, welche eine von den Flächen treffen, in Betracht zu ziehen, z. B. die, auf welcher in der Figur der Buchstabe P steht, weil alle andern nur dasselbe bestätigen, was jene ankündigt. Dies angenommen, so werden 1) die Decreszenzen, welche von der oberen Ecke A oder der oberen Kante B auslaufen,

Höhe, als auch in die Breite rechts und links ausgeht. M. s. Fig. 20. III Taf. K.

ihren Index unter dem Buchstaben A oder B haben; 2) die Decreszenzen, welche von den Seitenecken E ausgehen, werden ihre Zahl oben an der Seite dieses Buchstabens haben; 3) was die Decreszenzen betrifft, welche von der unteren Seitenecke *e* oder der mittleren Kante D ausgehen, so wird ihr Index über den Buchstaben *e* oder D gesetzt werden.

Wir wollen zum Beispiel annehmen, die Fig. 63 stelle den analogievollen kohlengesäuerten Kalk (*chaux carbonatée analogique*), von dem schon oben *l*) die Rede war, vor, so wird man folgendes Zeichen haben: $\underset{c}{\overset{2}{e}}\,\underset{r}{\overset{2}{D}}\,\underset{g}{\underset{1}{B}}$, dessen Erklärung leicht ist, da wir die Buchstaben, welche die Flächen des Krystalls anzeigen, unter diejenigen gesetzt haben, welche die Decreszenzen andeuten, woraus eben jene Flächen entspringen.

Was bisher in Bezug auf das Parallelepipedon gesagt worden ist, läſst sich wie von selbst auch auf die übrigen Kerngestalten anwenden. Wir wollen sie jetzt nach einander durchgehen.

Die Fig. 64 stellt ein Octaëder mit ungleichseitigen Dreiecken vor; die Fig. 65 ein Octaëder mit gleichschenkeligen Dreiecken und die Fig. 66 ein reguläres Octaëder.

Die Zahlen, welche bei den Buchstaben stehen, werden wir dem gemäſs setzen, was in Bezug auf das Rhomboëder gesagt worden ist. So wird in Ansehung

l) Bei Gelegenheit der zusammengesetzten sekundären Gestalten, wobei die Erklärung von Fig. 39 und 39 A — D Taf. V. sehr ausführlich gegeben ist. *K.*

der Fig. 65 der Index für die von der Ecke A oder der Kante B ausgehenden Decreszenzen unten hin gesetzt werden; bei denen, welche von der Kante D ausgehen, oben hin, und bei denen, die von der Ecke E abstammen, an die Seite.

Wollte man den Erfolg einer Decreszenz um eine Reihe an allen Ecken des regulären Octaëders (Fig. 66) in einem Zeichen ausdrücken, so würde man schreiben $\underset{1}{A}\,{}^{1}A^{1}$; und um die Wirkung einer Decreszenz um eine Reihe an allen Kanten anzudeuten, würde man schreiben $\underset{1}{B}\overset{1}{B}$. Die erste von diesen Decreszenzen erzeugt einen Würfel, und die zweite ein Rhomboidal-Dodecaëder.

Bei gewissen Gattungen, z. B. bei dem salpetergesäuerten Kali muſs das primitive Octaëder, dessen Oberfläche aus acht gleichschenkeligen Dreiecken, von denen vier und vier einander ähnlich sind, zusammengesetzt ist, die Fig. 67 gezeichnete Stellung haben, wenn die sekundären Krystalle in der natürlichsten Lage seyn sollen, d. h. die Kanten an der gemeinschaftlichen Grundfläche müssen zum Theil in vertikaler Richtung, wie F, zum Theil in horizontaler, wie B liegen. Vergleicht man die Fig. 67 mit der Fig. 68, worin man die Buchstaben so gewählt hat, als ob alle Ecken und alle Kanten besondere Funktionen hätten, so wird man leicht gewahr werden, wie bei Fig. 67 die Anordnung getroffen, und auf die Symmetrie der wirklichen Kerngestalt zurückgebracht worden ist. Denn in diesem Falle hat man E = A, D = C, G = F.

Unter die Buchstaben wird man den Index für

diejenigen Decreszenzen setzen, welche von B ausgehen; seitwärts oder unten hin für die, welche von A ausgehen, je nachdem ihre Wirkung den Triangel AIA oder den Triangel AIF trifft; darüber oder darunter für die, welche von C ausgehen, je nachdem ihre Wirkung sich eben so auf den ersten oder den zweiten Triangel erstreckt; seitwärts für die Decreszenzen, welche von F ausgehen, oben und unten hin zugleich, oder auch auf beiden Seiten für die von I ausgehenden Decreszenzen, je nachdem ihre Wirkung gegen B oder gegen F gerichtet seyn wird.

Das Tetraëder, welches allemal regulär ist, wenn es zur Kerngestalt wird, ist Fig. 69 vorgestellt. Um zum Beispiel eine Decreszenz um drei Reihen an allen Kanten anzudeuten, wird man setzen $B\overset{3}{B}$; und um solche um zwei Reihen an allen Ecken zu bezeichnen, wird man setzen $\underset{2}{A}{}^{2}A^{2}$, wie in dem Fall des regulären Octaëders.

Ein einziger auf die Fig. 70 gerichteter Blick reicht hin, um zu beurtheilen, wie das reguläre sechsseitige Prisma in den gewöhnlichen Fällen bezeichnet wird; und wir wollen uns hier gar nicht bei der Methode aufhalten, nach welcher man da die Ziffern (den Index) setzt, denn sie ergiebt sich ohne Schwierigkeit aus der, welche wir für die vierseitigen Prismen angenommen haben.

Bisweilen trägt es sich jedoch zu, dafs drei abwechselnde Ecken abgestumpft sind, während die dazwischen liegenden unverändert bleiben. In diesem

Falle wird die Bezeichnung des Prisma's so seyn, wie man Fig. 71 sieht *m*).

Bei dem Rhomboïdal-Dodecaëder (Fig. 72, VIII Taf.) kann jede aus drei ebenen Winkeln bestehende Ecke wie eine Endspitze eines stumpfen Rhomboëders behandelt werden; und so braucht man nur eine einzige Fläche mit Ziffern zu bezeichnen, wie es die Figur zeigt *n*)

Bis jetzt sind wir gar nicht genöthiget, uns des Zeichens für das Triangulär-Dodecaëder zu bedienen, weil es natürlicher ist, statt dessen als Kerngestalt das Rhomboëder, woraus es entspringt, zu wählen, welches einfachere Gesetze der Decreszenz ergiebt.

Es ist noch übrig, daſs wir das Verfahren für den bei einigen Krystallen eintretenden besonderen Fall anzeigen, wo diejenigen Theile, welche denen von gewissen Gesetzen der Decreszenz getroffenen gerade entgegengesetzt liegen, unverändert bleiben, oder durch andere Gesetze Abänderungen erleiden. Dieser Fall trifft besonders die Turmaline, und es ist dann leicht, den Unterschied durch Nullen anzuzeigen. Es sind zum Beispiel beim progressionsflächigen Turmalin (*tourmaline équidifferente*), der Fig. 74 vorgestellt ist, und dessen rhomboëdrischen Kern man Fig. 73 sieht,

m) In dem angenommenen Falle ändern sich nämlich die Seitenflächen gar nicht, sondern bloſs die abwechselnden Ecken, deren Abstumpfungsflächen auf dieser Figur, jedoch nicht construirt, sondern bloſs durch den Buchstaben E angedeutet sind. *K.*

n) Der 56sten Fig. der VI Taf. ganz analog. *K.*

sechs Seitenflächen des neunseitigen Prisma's, nämlich *s*, *s* (Fig. 74) durch Subtraktion einer Reihe an den Kanten D, D (Fig. 73) hervorgebracht; und die drei andern, z. B. *l* durch Subtraktion zweier Reihen bloſs an den drei Ecken *e*. Ferner hat die untere Endspitze ganz einfach drei Flächen, welche denen des Kerns parallel liegen, wogegen an die Stelle jeder der drei Kanten B, an dem oberen Ende eine Fläche *n*, *n* (Fig. 74) vermöge einer Decreszenz getreten ist, welche ihre Grenze nicht erreicht hat. Das Zeichen, das diese Form vorstellt, ist nun $\overset{1}{\underset{s}{D}}\;\overset{2}{\underset{l}{e}}\;\overset{2.0}{E}\;\underset{P}{P}\;\overset{1}{\underset{n}{B}}\;\overset{1.0}{b}$. Die Gröſse $\overset{2.0}{E}$ giebt zu erkennen, daſs die Ecken E (Fig. 73), welche denen mit *e* bezeichneten entgegenstehen, keine Decreszenz erleiden; $\overset{1.0}{b}$ deutet an, daſs die B entgegengesetzten Kanten gleichfalls unverändert bleiben.

Wenn auf diesen Kanten ein anderes Gesetz herrschte, wodurch z. B. eine Subtraktion um zwei Reihen veranlaſst wäre, dann würde das Zeichen so werden: $\overset{1}{D}\;\overset{2}{e}\;\overset{2.0}{E}\;P\;\overset{1}{B}\;\overset{2}{b}$. Ich nehme demnach an, daſs wir über folgende Methode übereingekommen sind. Decreszenzen, welche durch einen groſsen Buchstaben, mit irgend einer Ziffer begleitet, ausgedrückt werden, schlieſsen nur dann zugleich ähnliche Decreszenzen, die der gleichnahmige kleine Buchstabe andeutet, mit in sich, d. h. zum Beispiel $\overset{2}{B}$ begreift nur dann $\overset{2}{b}$ mit in sich, oder umgekehrt, wenn der zweite Buchstabe nicht etwa mit einer andern Ziffer in der Formel steht, oder auch dieselbe Ziffer, mit einer Null versehen, ent-

hält. Im ersten Falle drückt jeder von den beiden Buchstaben eine Decreszenz aus, welche der Kante oder Ecke, die er bezeichnet, eigenthümlich zukommt; im zweiten giebt der mit einer Null versehene Buchstabe zu erkennen, daſs die Ecke oder die Kante, auf welche er sich ausschlieſsend bezieht, keine Decreszenz erleidet. So drückt in dem Zeichen $\overset{1}{D}\,\overset{2}{e}\,\overset{2\cdot0}{E}\,P\,\underset{1}{B}\,\underset{2}{b}$ das $\underset{1}{B}$ eine Decreszenz um eine Reihe aus, die bloſs an denjenigen Kanten statt hat, welche an der oberen Endspitze A (Fig. 73) anliegen; $\underset{2}{b}$ deutet eine Decreszenz um zwei Reihen an, welche ebenfalls bloſs auf die Kanten wirkt, welche an der unteren Endspitze anliegen; die Werthe $\overset{2}{e}$ und $\overset{2\cdot0}{E}$ endlich müssen auch als von einander unabhängig angesehen werden; der erste als Ausdruck für eine Decreszenz um zwei Reihen bloſs an den Ecken *e*, und der zweite als Ausdruck, wodurch der Mangel einer Decreszenz an den den vorigen entgegengesetzten Ecken E angezeigt wird o).

Ich habe mich bei der Auseinandersetzung der bei dieser Methode gültigen Grundsätze, so wie vorher, deswegen

o) Zur leichteren Verständlichkeit dieser ausführlichen Erklärung wird es nicht unnöthig seyn, abermals daran zu erinnern, daſs sich Herr Haüy das Rhomboëder Fig. 73 in einer Stellung denkt, wobei A die obere Endspitze ist, B die zu dieser Endspitze gehörigen Kanten, und E die zu derselben Endspitze gehörigen Ecken. Unter dieser Voraussetzung heiſsen die durch *e* bezeichneten, zur unteren Hälfte des Krystalls gehörigen Ecken denen mit E angedeuteten entgegengesetzt. *K.*

deswegen weitläuftiger gefaſst, um wo möglich alles zu erschöpfen, was zur richtigen Beurtheilung der Kunstausdrücke beitragen, und einen Beobachter in den Stand setzen könnte, einen sekundären Krystall von einer gegebenen Form auf der Stelle zu bezeichnen. Wenn aber jemand sich bloſs mit dem Verstehen der Zeichen, die das System gebraucht, begnügen und weiter nichts verlangen wollte, als sie lesen zu können, ohne auf die Kunst, sie zu schreiben, Ansprüche zu machen, so brauchte er nur einige einfache und leicht zu merkende Regeln, die wir hier kurz darlegen wollen. Sie werden gleichsam eine Recapitulation alles dessen, was oben detaillirt worden ist, enthalten.

1) Jeder Vokal, der in der Formel für einen Krystall gebraucht wird, bedeutet die mit dem nehmlichen Vokal bezeichnete Ecke auf der Figur, welche den Kern vorstellt; und jeder Consonant bedeutet die Kante, welche den nehmlichen Consonanten hat, oder die Fläche, in deren Mitte derselbe steht.

2) Jeder Vokal oder jeder Consonant ist mit einer Ziffer begleitet, deren Werth sowohl als Stellung das Gesetz der Decreszenz anzeigt, welches die correspondirende Ecke oder Kante trifft. Man muſs indeſs hievon die drei Consonanten P, M, T ausnehmen, weil jeder derselben, sobald er einen Theil der Formel eines Krystalls ausmacht, anzeigt, daſs dieser Krystall Flächen hat, welche der parallel liegen, die denselben Buchstaben (auf der Kerngestalt) führt.

3) Jeder in der Formel eines Krystalls befindliche

Buchstabe wird nebst der ihn begleitenden Ziffer (dem Index) von allen Ecken oder allen Kanten verstanden, welche dieselbe Funktion haben, als die, welche auf der Figur unmittelbar mit dem genannten Buchstaben bezeichnet sind.

4) Jeder Index, der bei einem Buchstaben steht, bedeutet eine Decreszenz, deren Anschufspunkt oder Anschufslinie die mit diesem Buchstaben bezeichnete Ecke oder Kante ist. Ist der Index eine ganze Zahl, so zeigt diese an, wie viel subtrahirte Reihen in der Breite vorkommen, und hiebei liegt die Voraussetzung zum Grunde, dafs jedes Blättchen blofs die Dicke eines Moleküls hat: ist es ein Bruch, so giebt der Zähler zu erkennen, wie viel subtrahirte Reihen in die Breite, und der Nenner, wie viel dergleichen Reihen in die Höhe vorhanden sind.

5) Je nachdem die Zahl unter oder über den Buchstaben, bei dem sie steht, gesetzt ist, zeigt sie an, dafs die Decreszenz abwärts *p*) oder aufwärts steigt, wenn man sich solche von der mit diesem Buchstaben bezeichneten Ecke oder Kante ausgehend vorstellet.

p) Es ist hier blofs von dem allgemeinen Gange der Decreszenzen die Rede, auf welchem die besonderen Fälle sich beziehen, die eine Ausnahme zu machen scheinen. Wenn z. B. die Decreszenz an dem Endspitzenwinkel eines Rhomboëders um eine Reihe vor sich ginge, dann würde die entstandene Fläche horizontal liegen (s. oben beim Kapitel von den Decreszenzen an den Ecken, gegen das Ende). Allein diese Decreszenz gehört noch zu den absteigenden, und ist gleichsam die Grenze derselben.

Steht sie oben rechter oder linker Hand von dem Buchstaben, so bezeichnet sie eine Decreszenz, welche seitwärts rechts oder links von der Ecke, die diesen Buchstaben führt, statt hat.

6) Wenn ein Buchstabe zweimal hinter einander mit derselben, auf zwei verschiedenen Seiten stehenden Zahl geschrieben vorkommt, z. B. $^2G G^2$ oder $G^2\,{}^2G$, $^2A A^2$ oder $A^2\,{}^2A$, so müssen auf der Figur die beiden Kanten oder Ecken, welche er bezeichnet, in derselben Stellung gegen einander betrachtet werden, d. h. z. B. im Zeichen $^2G G^2$ bedeutet der Werth ^2G die Wirkung der Decreszenz auf der linker Hand liegenden Kante G, und der Werth G^2 die Wirkung derselben auf der rechts liegenden Kante G.

7) Wenn ein Buchstabe dieselbe Zahl rechts und links neben sich hat, z. B. $^3G^3$, so gilt er ohne Unterschied von jeder Kante G, die er bezeichnet. Mit den Buchstaben, welche zu den Ecken gehören, verhält es sich eben so.

8) Die Parenthese, wie $(\overset{3}{O} D^1 F^2)$ bezeichnet eine mittlere Decreszenz. Der Buchstabe $\overset{3}{O}$ zuvörderst drückt aus, dafs die Decreszenz um drei Reihen an der Ecke O aufwärts statt findet. $D^1 F^2$ geben zu erkennen, dafs gegen eine Molekülskante, welche längs der mit D bezeichneten Seite subtrahirt ist, zwei solche subtrahirte Kanten, längs der mit F bezeichneten, vorkommen.

9) Jeder in der Formel eines Krystalls aufgenommene kleine Buchstabe bedeutet die Ecke oder die Kante, welche der mit dem gleichnamigen grofsen Buch-

staben auf der Figur angegebenen im Diameter entgegensteht. Auf der Figur selbst ist dieser kleine Buchstabe als überflüssig weggelassen. Der Buchstabe *e* aber macht davon eine Ausnahme; er findet sich jederzeit auf der Zeichnung des Rhomboëders angegeben, und bedeutet, dem Grundsatze gemäfs, die Ecke, welche der, die den Buchstaben E hat, gerade entgegensteht.

10) Wenn eine Formel zwei gleichnahmige Buchstaben, nämlich einen grofsen und einen kleinen, aber mit verschiedenen Ziffern, enthält, so mufs man das so nehmen, dafs die beiden einander gegenüberstehenden Kanten oder Ecken, auf welche diese Buchstaben sich beziehen, jede ausschliefslich demjenigen Gesetze der Decreszenz unterworfen ist, welches der Index anzeigt.

11) Jeder Buchstabe, er sey grofs oder klein, welcher mit einer Ziffer versehen ist, die eine Null neben sich hat, deutet an, dafs die durch diese Ziffer angegebene Decreszenz an der bestimmten Ecke oder Kante, auf welche jener Buchstabe sich bezieht, nicht statt findet.

Wir haben die Beispiele übergangen, welche zur Verständlichkeit dieser Regeln erforderlich seyn würden, wenn solche gleich von Anfange an gegeben worden wären. So aber befinden sich jene schon bei der ausführlichen Auseinandersetzung, die wir oben von den Grundsätzen der Methode gegeben haben, und die man, wie wir voraussetzen, eher gelesen hat, als diese Regeln selbst.

Von der unbestimmbaren Krystallisation.

(Crystallisation indéterminable.)

Wenn die in einer tropfbaren Flüssigkeit schwimmenden krystallinischen Moleküls Hindernisse finden, die ihrem Bestreben, sich den Gesetzen ihrer Verwandtschaft zu einander gemäſs zu vereinigen, im Wege stehen, so haben die Formen, welche aus ihrer Zusammenhäufung entspringen, nicht mehr jene Regelmäſsigkeit, die eine genaue und scharfe Bestimmung gestattet. Ihre Kanten verwischen sich, ihre Flächen werden krumm, ihre Pyramiden werden nadelförmig. Daher die linsenförmigen, d. i. die Krystalle, welche der Gestalt einer Linse ähneln; daher die walzenförmigen oder cylindrischen, deren Prisma abgerundet ist; die nadelförmigen, d. i. die den Nadeln gleichen u. s. w.

Wenn eine Menge kleiner unbestimmbarer Krystalle so genau mit einander verbunden sind, daſs sie nur noch einen einzigen Körper ausmachen, dann betrachtet man diesen Körper als ein besonderes Ding; und daher kommen die Substanzen, welche man gestreift, faserig u. s. w. nennt, und welche durch die Vereinigung einer unendlichen Menge krystallinischer Nadeln gebildet sind, welche bald parallel, bald auseinander laufen, bald sich nach verschiedenen Richtungen durchkreuzen.

Den Namen ungestaltet endlich hat man denjenigen Substanzen gegeben, welche gleichsam den höchsten Grad der verworrenen Krystallisation zeigen,

und deren unbestimmbare vage Form gegen den Beobachter gleichsam verstummt.

Von den Concretionen.

Die Bildung der Körper, von denen wir bis jetzt gesprochen haben, besonders der eigentlich sogenannten Krystalle, hängt wesentlich nur von zwei Bedingungen ab. Eine derselben ist, daſs die Moleküls dieser Körper in dem Zustande integrirender Moleküls vorhanden sind, und die andere, daſs sie in einer tropfbaren Flüssigkeit schweben, welche im Stande ist, sie der Anziehung, die sie gegen einander treibt, zu überlassen. Uebrigens denkt man sich, daſs alles so vor sich geht, als ob die Schwerkraft null wäre, und die Flüssigkeit von keinen Wänden einer umgebenden Materie zusammengehalten würde, und als ob der Krystall selbst in der Flüssigkeit isolirt bliebe, ohne einer äuſseren Stütze zu bedürfen.

So verhält es sich mit den Körpern nicht, welche wir jetzt betrachten wollen. Die Verschiedenheiten, die sie zeigen, kommen von gewissen Lokalumständen her, z. B. von den Punkten, wo sie anliegen, von den Stützen, worauf sie ruhen, oder von den Arten von Behältern oder Formen, die auf ihre Gestalt Einfluſs haben. Alle solche Modifikationen vereinigen wir unter dem allgemeinen Namen Concretionen, welches in der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes eine geronnene, verhärtete Substanz bezeichnet.

Um aber die Vorstellungen hierüber strenger zu fixiren, so werden wir unter Concretionen die verschiedenen Körper verstehen, deren äuſseres Ansehen, wenigstens zum Theil, davon abhängt, daſs ihre Moleküls sich mit fremden Körpern in Berührung befunden hatten. Wir wollen eine Vorstellung von den verschiedenen Umständen zu geben suchen, die zur Abänderung dieses äuſseren Ansehens beitragen.

1. Stalactiten.

Das Wasser, das sich in die Spalten der Steine, welche am Gewölbe unterirrdischer Höhlen liegen, einsaugt, oder durch das lockere und poröse Gewebe dieses Gewölbes durchsickert, gelangt auf dessen innere Oberfläche, und nimmt dabei steinige Moleküls mit sich, die sich auf irgend eine Art mit ihm vereinigt haben. Die Tropfen, welche eine Zeit lang am Gewölbe hängen bleiben, trocknen aus und zwar zuerst an ihrer äuſseren Oberfläche; und die steinigen Moleküls, die die Flüssigkeit absetzt, üben ihre Anziehung gegen einander aus, werden zu gleicher Zeit von der benachbarten Wand angezogen, und liefern so an dieser Stelle das Urbild von einer Röhre oder eine Art von kleinem Ringe. Dieses Rudiment einer Röhre vergröſsert und verlängert sich vermittelst anderer Tropfen, die auf die ersten folgen, und neue Moleküls mit sich herbeiführen, welche die Oeffnung der Röhre ihrerseits anzieht. Bisweilen behält diese Röhre die Gestalt eines hohlen Cylinders von geringer Dicke, der einem Federkiele gleicht. Oft aber wird er dicker,

und umhüllt sich mit concentrischen Lagen, wozu die Flüssigkeit, die an der äuſseren Oberfläche herabläuft, die Materie hergegeben hat. Es wird alsdenn ein dikker Cylinder oder auch ein Kegel und zuweilen verstopfen die Moleküls, die von den Tropfen, welche auch inwendig in die Röhre hinein fließsen, mit fortgerissen worden sind, am Ende den Kanal ganz und gar. Diese mannichfaltigen Abänderungen sind besonders bei den Körpern zu sehen, welche zum kohlengesäuerten Kalk gehören.

Ein Theil der Flüssigkeit aber fällt vom Gewölbe auf den Boden, und bildet auf diesem andere Niederschläge, die gewöhnlich aus wellenförmigen Lagen bestehen, oder Protuberanzen, Auswüchse u. s. w., deren Figuren ins Unendliche verschieden sind. Endlich erzeugt auch die Flüssigkeit, die an den Seitenwänden herabläuft, Körper, deren Gestalt man mit einem gefrornen Wasserfall vergleichen könnte.

Die Körper, welche sich am Gewölbe der Höhle bilden, hat man Stalactiten genannt; und diejenigen, welche ihre Bildung dem Herabfallen der Flüssigkeit auf den Boden verdanken, Stalagmiten. Es ist aber um so schicklicher, die einen, wie die andern, Stalactiten zu nennen, da man bisweilen in Verlegenheit ist, zu unterscheiden, welche von beiden Arten der Entstehung gewissen Körpern zukommt, die von ihrem Geburtsorte weggeschafft worden sind.

2. Incrustationen.

Bei den vorigen Concretionen kommt die Zusammenhäufung der Moleküls zu festen Massen im eigentlichen Sinne von der Verdunstung der Flüssigkeit her, welche sie mit sich fortgerissen hatte. Andere Concretionen, welche man Incrustationen, Tuufs und Sinter genannt hat, entstehen aus einer Art von Niederschlag der Anfangs in der Flüssigkeit schwebenden Moleküls. Diese letzteren setzen sich bald auf die Oberfläche verschiedener organischer Körper, besonders solcher, die dem Pflanzenreiche angehören, bald überkleiden sie das Innere mancher Körper, z. B. der Wasserleitungsröhren.

Wenn die Flüssigkeit in eine nicht sehr geräumige unterirrdische Höhle eindringt, in welcher sie sich aufhalten kann, so überziehen die steinigen Moleküls die Wände dieser Höhle, welche gewöhnlich eine abgerundete Form hat, mit einer Rinde, und tapeziren sie am Ende zuweilen mit Krystallen aus. Dies ist es, was man Geode genannt hat. Es giebt unter diesen Körpern einige, die einen festen und losen Kern, oder eine staubige erdige Masse *q*) enthalten; dergleichen sind unter andern manche Kiesel, welche in Mergelbrüchen liegen. Bisweilen endlich füllt sich die ganze Geode mit einer Materie an, welche, wie man

q) Wahrscheinlich ist eben daher der Name Geode gekommen, welcher einen Körper, der Erde enthält, bedeutet.

sieht, von der, woraus die Geode selbst besteht, ganz verschieden ist.

Es kann auch geschehen, daſs eine Substanz Krystalle von einer andern Natur mit einer Rinde überzieht, und sich auf ihrer Oberfläche gleichsam abformt oder abgieſst. Man kennt z. B. Krystalle vom winkelübertragenen kohlengesäuerten Kalk, welche mit einer Rinde von Quarz überzogen sind, und bisweilen bleibt die quarzige Hülle hohl, wenn sie von den Krystallen, welche sie verbarg, losgetrennt worden ist.

3. Pseudomorphosen.

Es giebt eine dritte Klasse von Concretionen, welwir Pseudomorphosen (fremdartige äuſsere Gestalten) nennen wollen, d. h. Körper, welche eine falsche und trügerische Figur haben, weil die zu dieser Klasse gehörigen Substanzen sehr kenntlich fremdartige Formen zeigen, welche sie andern Körpern, die dieselben von der Natur erhalten hatten, gewissermaſsen geraubt haben.

Wenn der Typus dieser scheinbaren Umwandlung ein Schaalthiergehäuse ist, so geschieht es ziemlich oft, daſs die Muschel noch die Substanz, welche sich in ihrem Innern gleichsam abgeformt hat, ganz oder zum Theil bedeckt r); und dann scheint nichts natürlicher, als die Erklärung eines solchen Falles aus dem Eindringen einer mit steinigen Moleküls geschwängerten Flüssigkeit in die Höhle der Muschel; und diese Beob-

r) DE L'ISLE, Crystallogr. T. II. P. 161.

achtung führt auch zur Erklärung der Art, wie sich manche Arten von Kerne, die wir in Form von Schaalthieren einzeln und von aller Hülle ganz entblöſst antreffen, gebildet haben.

Zuweilen ist das Schaalthiergehäuse selbst von einer fremden, gewöhnlich kieselartigen Materie durchdrungen, welche an die Stelle der knorpelartigen Substanz getreten ist, woraus dieses Schaalthier zum Theil bestand *s*); und eben in diesem Falle kann es auch wohl geschehen, daſs das Innere des Gehäuses leer bleibt. Alsdann ist es eigentlich keine Pseudomorphose mehr. Es ist ein Fossil, welches bloſs steiniger geworden ist, als es vorher war.

Diese letztere Art von Veränderung geht gleichfalls mit Knochen und andern festen Theilen von Thieren vor, welche sich im Schooſs der Erde vergraben finden, d. h. sie können ebenfalls vermittelst einer Substanz, die ihren knorpligen Theil ersetzt, in einen ganz steinigen Zustand übergehen.

Mit den vegetabilischen Produkten kann es dieselbe Bewandniſs nicht haben, wie mit den Schaalthiergehäusen. Sie haben keinen Widerhalt, keine Schaale, welche nach Zerstörung der innern Substanz bleiben und einer steinigen oder andern Materie als Form, deren Figur sich auf diese abdrückte, dienen könnte.

s) Bekanntlich sind die Schaalthiergehäuse, so wie die Knochen der Thiere, aus zwei Substanzen gebildet, einer kalkartigen, welche der Fäulniſs nicht unterworfen ist, und einer knorpligen, häutigen oder sehnigen, welche durch die faule Gährung zerstört werden kann.

Wenn man aber annähme, dafs ein Produkt der Art, z. B. ein Theil eines Baumzweiges, gänzlich zerstört wäre, so dafs die Höhlung, welche er im Schoofse der Erde ausfüllte, leer bliebe, so könnte man sich wohl vorstellen, dafs eine steinige Masse nachher diese Höhle anfüllen und sich nach ihr abformen würde. Dann würde der neue Körper äufserlich einem Baumzweige gleichen; er würde anscheinende Knoten und Rauhigkeiten haben; aber sein Inneres würde keine Spur von Organisation zeigen, und er würde, so zu sagen, blofs die Statue des vegetabilischen Produktes seyn, an dessen Stelle er getreten ist.

Was man gemeiniglich versteinertes Holz nennt, ist eine weit treuere Nachahmung des wahren Holzes. Man kann bei demselben im Querdurchschnitt scheinbar concentrische Schichten unterscheiden, welche im lebendigen Baume durch das Wachsen in die Dicke entstanden *t*); alle Hauptlineamente der Organisation sind darin so deutlich aufbehalten, dafs sich bisweilen die Species erkennen lassen, zu welcher der Baum, der versteinert wurde, gehörte.

Unter den verschiedenen Erklärungen, welche man von diesem Phänomene gegeben hat, besteht diejenige, welche am allgemeinsten angenommen worden zu seyn scheint, wiewohl sie nicht frei von allen Schwierigkeiten ist, darin, dafs man annimmt, die steinige Masse trete an die Stelle der vegetabilischen Substanz immer in dem Maafse, als diese sich zer-

t) Die Jahres-Ringe. *K.*

setzt *u*); und da dieses Andiestelletreten allmählig und gleichsam von Molekül zu Molekül geschieht, so nehmen die steinigen Theile, indem sie sich in die durch das Weggehen der holzigen Theile leer gewordenen Stellen einsetzen, und sich in die nehmlichen Höhlen abformen, das Gepräge der vegetabilischen Organisation an, und kopiren die Züge derselben genau ab.

Das Mineralreich hat auch seine Pseudomorphosen. Man findet manche Substanzen aus diesem Reiche in krystallinischen Formen, welche blofs erborgt sind *v*), und es ist ziemlich wahrscheinlich, dafs, wenigstens in gewissen Fällen, die neue Substanz stuffenweise an deren Stelle getreten ist, welche ihr ihren Platz geräumt hat, so wie man sich denkt, dafs dies bei dem versteinerten Holze geschieht *w*).

Die verschiedenen Körper, welche eine fremdartige äufsere Gestalt haben, drücken ihre Form in die Ma-

u) Man sehe die weitere Entwickelung dieser Erklärung von MONGEZ dem jüng., im *journal de physique*, 1781. pag. 155 u. fgg. Auch sehe man das, was DAUBENTON in den *Leçons de l'école normale*, T. III. p. 393 u. fgg. hierüber sagt *).

v) Die Pseudo-Krystalle oder After-Krystalle. *K.*

w) In diesem Sinne nahm POTHONICZKI auch versteinte Metalle an. Vid. dessen dissertation de metallis petrificatis. Jenae 1775. *K.*

*) Unter den älteren Schriftstellern verdienen besonders darüber nachgelesen zu werden: Joh. GESNERI Tractatus phys. de petrificatis etc. Lugduni Batav. 1758; und WALCH's Naturgeschichte der Versteinerungen, zur Erläuterung der Knorrischen Sammlung von Merkwürdigkeiten der Natur, IV Theile in Folio. Regensburg 1768 — 1773. *K.*

terie ein, welche sie umhüllt, und oft dient auch der Abdruck einer organischen Substanz zum Wohnort, welche bloſs im fossilen Zustand sich befindet, oder nur einen gewissen Grad von Veränderung erlitten hat. Dies findet besonders in Rücksicht der Farrenkräuter und anderer Pflanzen aus derselben Familie statt, deren Form sich in eine schieferige Materie abgegossen hat, wie wir dies in der Folge noch genauer auseinandersetzen werden.

Alle die mannichfaltig modificirten Substanzen, von welchen wir jetzt gesprochen haben, selbst die, welche bloſse Abdrücke von Thieren oder Pflanzen zeigen, hat man im allgemeinen Versteinerungen genannt. Der berühmte Daubenton braucht diesen Namen bloſs für diejenigen Körper, welche in ihrem natürlichen Zustande halb steinig und halb knorplig waren, späterhin aber ganz und gar zu Stein geworden sind *x*).

Da wir willens sind, nur einige Beispiele der erwähnten Abänderungen anzuführen, und sie nicht alle systematisch unter einem einzigen Gesichtspunkte zu vereinigen, wie von mehreren Schriftstellern geschehen ist *y*), so wird es uns auch genügen, bloſs einige

x) Ueber die verschiedene engere und weitere Bedeutung des Ausdrucks: Versteinerung, hat Joh. Sam. Schröter in seinem lithologischen Real- und Verbal-Lexicon. 8 Theil. Frankfurt 1788. S. 216 — 240 gute Notizen zusammengetragen. *K.*

y) Bourguet, Wallerius, Lehman, Lesser, Cartheuser, Linné, v. Justi, Walch, v. Bomare,

davon zu erwähnen, wenn wir von den Substanzen sprechen, welche die sekundäre Materie dazu hergegeben haben; und die Nomenclatur derselben werden wir dieser Art, sie zu klassificiren, gemäſs einrichten.

Wir dürfen nicht übergehen, daſs es auch solche Pseudomorphosen giebt, welche daher entstehen, daſs ein Metall an die Stelle eines organischen Körpers getreten ist. Der Schwefelkies liefert mehrere Beispiele von dieser Art von Metallisirung.

Wenn wir alles das vorhergehende kurz zusammenfassen, so lassen sich die verschiedenen Concretionen, deren Beschreibung wir gegeben haben, so definiren:

Stalactit ist eine Concretion, die aus über einander liegenden Schichten von kreisförmiger oder wellenförmiger Gestalt besteht, welche das Resultat des Vertrocknens ist.

Die Incrustation ist eine Concretion in Gestalt einer Rinde, welche sich auf der Oberfläche oder in das Innere eines Körpers angelegt hat. Man kann dazu die Geoden rechnen, welche in Gestalt einer sphärischen oder ähnlichen, bald leeren, bald einen Kern einschlieſsenden Hülle vorkommen.

Die Pseudomorphose ist eine mit einer ihrer Substanz fremdartigen Form begabte Concretion, wel-

Baumer, Bertrand, Martini, Succow, Schröter, Blumenbach etc. theils in eigenthümlichen Werken über die Petrefacten, theils in ihren Handbüchern der Mineralogie oder der Naturgeschichte überhaupt. *K.*

che sie dem Umstand verdankt, daſs ihre Moleküls einen Raum erfüllen, welcher vorher von einem andern Körper derselben Gestalt eingenommen wurde.

Von den mineralogischen Systemen.

Alle Naturprodukte, von dem Gesichtspunkt aus betrachtet, in welchem die Natur sie uns unmittelbar darlegt, geben ein verwickeltes Gemählde mit vielen einzelnen Zügen, unter welchen das Auge sich Anfangs verliert, und alles auf einmal sieht, ohne irgend etwas zu unterscheiden.

In der Absicht, das Studium dieses Gemähldes zu erleichtern, hat man in Betreff der Mineralogie, so wie man es in Rücksicht auf die Zoologie und Botanik bewirkt hatte, systematische Eintheilungen der Dinge, welche sich in ihr versammelt finden, ausgedacht; man sondert seine verschiedenen Theile in Gedanken von einander, um eine Art von künstlichem Gemählde zusammen zu setzen, mit welchem man sodann das erste vergleichen könnte, und welches diesem gleichsam zur Erklärung dienen sollte.

Wenn man nur ein wenig über den Gang dieser systematischen Anordnungen nachdenkt, so wird man leicht gewahr werden, daſs sie sich auf das Vermögen des menschlichen Geistes gründen, bei einem Gegenstande gewisse Eigenschaften besonders ins Auge zu fassen, während man von andern abstrahirt, und auf das Vermögen, sich allmählig von einzelnen Vorstellungen zu allgemeinen Begriffen zu erheben.

Wenn

Wenn ich z. B. eine Eiche nenne, und so eine bestimmte Eiche, worauf ich mit dem Finger weise, im Sinne habe, so mache ich keine Abstraktion; ich betrachte in dem Dinge, welches ich nenne, alle die Eigenschaften, die ihm zukommen können; mit einem Worte, ich bezeichne ein Individuum, d. h. ein Ding, das eine eigenthümliche Existenz hat. Wenn ich aber beim Aussprechen des Wortes Eiche weder diese noch jene Eiche in Gedanken habe, so abstrahire ich von der individuellen Existenz; ich bezeichne überhaupt eine Menge von Individuen, welche in allen ihren Theilen einander ähnlich sind, und diese Menge ist es, die ich eine Species (*espèce*) nenne.

Der Sinn, in welchem ich nun das Wort Eiche (*quercus*) nehme, ist der, den alle Welt im gewöhnlichen Sprachgebrauch damit verbindet *z*). Vergleiche ich dann die Individuen der Art, von welcher wir reden, mit den Individuen einer anderen Species, welcher man den Namen immergrüne Eiche (*ilex*) gegeben hat *a*), so bemerke ich, daſs die letzteren ähnlich gebildete Blumenorgane haben, und daſs ihre Früchte gleichfalls Eicheln sind, daſs sie aber in mehreren Rücksichten von jenen abweichen, und nament-

z) Herr Haüy spricht hier, wie die Folge ergiebt, von der gemeinen oder Steineiche (quercus robur L.). *K.*

a) Quercus ilex L. hat nebst mehreren andern in südlichen Ländern einheimischen Eichenarten die Eigenschaft, daſs sie auch im Winter grüne Blätter behält, und solche erst allmählig nach drei bis vier Jahren unter immer neuem Ersatz abfallen. Daher der Name. *K.*

lich in der Gestalt und Consistenz der Blätter, welche bei den ersteren breit, weich, durch abgerundete Lappen begrenzt, und bei den zweiten geradstehend, steif und an den Rändern gezähnt sind. Ich kann daher meine Aufmerksamkeit einzig und allein auf die Uebereinstimmung der Blumen und Früchte bei den Individuen der beiden Species richten, und in Gedanken alle die Theile, die von einander abweichen, absondern; und um die Nomenclatur nach dieser Aehnlichkeit einzurichten, welche allein meinen Geist beschäftigt, werde ich den Namen Eiche auf beide Species zusammen ausdehnen. Gehe ich wieder in Gedanken zu den Verschiedenheiten zurück, welche ich bei Seite gesetzt hatte, so werde ich in der Sprache darauf Rücksicht nehmen, indem ich mit dem Namen gemeine Eiche die Individuen der ersten Art, und mit dem Namen grüne Eiche die der zweiten Art unterscheide. Ich werde alsdann eine Gattung haben, wovon die gemeine und die grüne Eiche die beiden Arten seyn werden.

Durch eine neue Abstraktion kann ich bei beiden Arten von Eichen bloſs ihr Gröſse in Betracht ziehen, ihre holzige Consistenz und das Vermögen, das sie besitzen, eine gewisse Anzahl von Jahren hindurch zu leben. Und wenn ich bemerke, daſs noch viele andere Arten von Natur-Produkten, auſser den Eichen, ebenfalls eine groſse Consistenz und ein langes Leben haben, indeſs viele andere einen weit niedrigeren und biegsameren Stengel haben, und nur ein oder zwei Jahre dauern, so werde ich die ersten in einen einzigen

Begriff unter dem Namen Bäume vereinigen, und alle andern mit einander durch den Namen Kräuter bezeichnen. Ich werde auf diese Art zwei grofse Klassen *b*) haben, deren jede in eine gewisse Anzahl von Geschlechtern, welche aus einer Summe von Gattungen bestehen, wird abgetheilt werden können. Wenn ich endlich blofs auf das Vermögen sehe, welches diese Wesen besitzen, zu vegetiren, und sich mit den Säften der Erde zu ernähren, so werde ich sie unter der allgemeinen Benennung Pflanze begreifen, und so werde ich durch eine Reihe immer weiter abstrahirter Ideen zu dem höchsten Gesichtspunkt des Pflanzenreichs gelangt seyn.

Die Sprachen der Menschen bieten eine grofse Menge Beispiele von dergleichen Abstraktionen dar, welche ein natürlicher Zergliederungsgeist selbst dem gemeinen Haufen eingegeben hat; und nach eben dieser Stuffenfolge der Ansichten haben sich die Gelehrten bei der Bildung ihrer Systeme und Methoden gerichtet. Sie haben blofs diese systematischen Anordnungen genaueren und durchdachteren Grundsätzen unterworfen; sie haben die Abtheilungen und Unterabtheilungen vermehrt, und durch Angabe der Charaktere, welche den in jeder Abtheilung enthaltenen Dingen eigenthümlich sind, gewissermaafsen motivirt.

b) Ich maafse mir hier nicht an, strenge Grenzlinien zwischen den Abtheilungen der Wesen zu ziehen, sondern ich will nur den Gang der Vorstellungen durch Beispiele deutlich machen, welche von Gegenständen des gemeinen Lebens entlehnt sind.

Aus dem Bisherigen sieht man, daſs, je weiter man in der Reihe der Abstraktionen aufsteigt, man eine um so gröſsere Anzahl von Wesen nach der Beziehung oder dem Charakter, der diesem Grade der Abstraktion entspricht, mit einander verkettet. So umfaſst der Begriff, welchen das Wort Baum ausdrückt, unvergleichbar viel mehr Pflanzen, als der, welcher an das Wort Eiche geknüpft ist; und dieser hat einen weiteren Umfang, als der Begriff, den das Wort grüne Eiche dem Geiste darbietet. Umgekehrt schränkt jede Abstraktion eines niedrigeren Grades die Anzahl der Dinge, auf welche sie sich erstreckt, in einen engeren Raum ein. Was thut nun das System? Es theilt alle Dinge zusammen nach ihren verschiedenen Kennzeichen oder Verhältnissen in Haupt- und Unterabtheilungen ab; so daſs bei jeder (engeren) Abtheilung alle in den vorherigen (allgemeineren) Abtheilungen ausgedrückten Charaktere als noch ferner geltend gedacht werden, das System aber den Ausdruck eines neuen Charakters von einem neuen Aehnlichkeitszuge noch hinzusetzt, welcher die in diese Abtheilung eingeschlossenen Dinge von den übrigen absondert. Je gröſser die Summe der Aehnlichkeiten wird, desto mehr nimmt im Gegentheil die Zahl der Dinge ab, in welcher diese Aehnlichkeiten mit einander vereinigt sind; und wenn diese Summe die gröſstmöglichste ist, wenn sie sich auf alle Ansichten der Dinge erstreckt, die sie vereinigt, so gilt jedes von diesen Dingen als Representant aller übrigen, und man sagt, daſs diese Dinge zu einer und derselben Species gehören.

Je höher auf der andern Seite der Grad der Abstraktion ist, desto mehr nimmt die Zahl der Unterabtheilungen ab, welche einander bei diesem Grade koordinirt sind; und diese Art, die systematische Ordnung zu betrachten, war es, welche der berühmte Baco im Sinne hatte, da er die Natur mit einer Pyramide verglich, deren Grundfläche die Individuen in beinahe unendlicher Zahl einnähmen; über dieser Grundfläche erhöben sich die Arten, welche durch die Verbindung von Individuen gebildet würden, und sich daher über einen schmäleren Raum erstrekten, als die Grundfläche; dann kämen allmählig die aus Arten zusammengesetzten Gattungen, hierauf andere höhere Gattungen (dies entspricht unsern Ordnungen und Klassen), bis die Natur sich immer mehr und mehr ins Enge zusammenzöge, und endlich in einen Punkt oder in der Einheit sich endigte c).

Auch das konnte man sehen, daſs das Kennzeichen, welches zur Verkettung der Produkte einer und derselben Abtheilung unter einander diente, sie von den Produkten einer andern Abtheilung unterschied. Hieraus und aus allem vorhergehenden entspringen zwei

c) Baco *de augmentis scientiar.* T. II. c. 13. Man sehe das Werk mit dem Titel: *le Christianisme de François Bacon.* Paris, an 7. T. I. p. 1. *)

*) Dies französische Werk besitze ich nicht. In der vor mir liegenden Edition von: Francisci Baconi operibus omnibus. Amsteladami 1716. 12. etc. macht der Tractat: de dignitate et augmentis scientiarum, den ersten aller sieben Bände aus. *K.*

ausgezeichnete Vortheile, die das System gewährt. Der erste ist der, daſs es uns die Gegenstände nicht bloſs an sich selbst, sondern auch in Vergleich mit einander kennen lehrt, da jedes Objekt im System so gestellt ist, daſs es gewissermaaſsen gegen die übrigen diejenige Seite kehrt, an welcher es ihnen gleicht, und dagegen nach der entgegengesetzten Richtung die Seite zeigt, wodurch es sich von ihnen unterscheidet. Der zweite Nutzen ist der, daſs, nachdem wir uns geübt haben, vom Systeme Anwendungen auf eine gewisse Anzahl schon bekannter Gegenstände zu machen, wir auch so weit kommen können, selbst das zu erkennen, was noch neu für uns ist, indem wir die Kennzeichen, die jede Abtheilung begleiten, der Reihe nach zu Rathe ziehen, und uns ihrer bedienen, um den Gegenstand selbst zu fragen, und von ihm die Stelle zu vernehmen, welche er im Systeme einnimmt.

Die Reihe der Abtheilungen und Unterabtheilungen ist in den mineralogischen Systemen beinahe dieselbe, wie in denen, welche es mit den organischen Geschöpfen zu thun haben. Diese Reihe giebt, wenn man vom Allgemeinen zum Besonderen herabsteigt, folgende Stuffenfolge: Klassen, Ordnungen, Geschlechter, Gattungen, Arten und Varietäten. Allein es ist ein merklicher Unterschied zwischen den beiderseitigen Systemen, in Bezug auf die Art, wie man die Dinge ansieht, oder auf die Wahl der Mittel, welche man anwendet, um diese Dinge zu klassificiren und zu charakterisiren.

So nennt man in der Botanik G a t t u n g oder

Species die Reihe von Pflanzen, die sich einander wieder erzeugen. In der Mineralogie giebt es weder Fortpflanzung noch Species, wenn man diesen letzteren Ausdruck streng nimmt. Nichts hindert indeſs, dem Beispiele eines Linné, Bergman und mehrerer anderer berühmter Naturforscher zu folgen, indem man dies Wort in einem weiteren Sinne für eine Verbindung unorganischer Wesen nimmt, die eine gemeinschaftliche Grundmischung haben, und deren Unterschiede als bloſs zufällig angesehen werden müssen.

Dies führt uns aber zu einer wichtigen Frage, auf welche man, wie mir scheint, bisher noch nicht Aufmerksamkeit genug verwendet hat. Worin besteht im vorliegenden Falle der Typus der Gattung, und wenn ist man berechtiget, mehrere Mineralien als zu einer und derselben Gattung gehörig anzusehen *d*)? Anfänglich scheint es, der Grundstein dieses Zusammenstellens sey die chemische Mischung, so daſs der wahre Begriff der Gattung der ist, daſs man darunter eine Summe von mehreren Mineralien versteht, wel-

d) Ich werde weiter unten auf die Gründe zurückkommen, die mich bewogen haben, lieber dieses Wort als das Wort Geschlecht (*genre*) für die verschiedenen Dinge zu gebrauchen, die in der unter den Naturforschern recipirten Sprache einen gemeinschaftlichen Namen haben, z. B. Topas, Smaragd, Granat u. s. w., oder, wenn von einer säurehaltigen Substanz die Rede ist, kohlengesäuerter Kalk, schwefelgesäuerter Baryt u. s. f. Für jetzt ist es mir genug, den Grund der Eintheilungen und Unterabtheilungen des Systems anzuzeigen, worauf ich die Benennung Gattung (*espéce*) gründe.

che aus gleichen Mischungstheilen bestehen, die nach gleichen Verhältnissen unter einander verbunden sind. Man wird aber bald sehen, wie viel Einschränkungen diese Idee bedarf, und wie sehr man sich sogar von seinem Zwecke unter vielerlei Umständen entfernen würde, wenn man sie bei der Vereinigung der Varietäten, die einen gemeinschaftlichen Namen der Species tragen müssen, zur Führerin nähme.

Um mich verständlicher zu machen, nehme ich ein vom Feldspath entlehntes Beispiel. Herr KIRWAN, dem wir ein Lehrbuch der Mineralogie verdanken, worin dieser berühmte Gelehrte die äufseren Kennzeichen der Mineralien, nebst den Resultaten seiner eignen und andrer Chemiker Untersuchungen über die Mischung dieser Körper zur Entwickelung der Wissenschaft zu Hülfe nimmt, führt dreizehn Analysen über die genannte Substanz an e), zu denen man noch eine vierzehnte, welche der Bürger VAUQUELIN gemacht hat, hinzufügen mufs. Nun variiren die Resultate unter einander nicht allein in den Proportionen derselben Bestandtheile, sondern der eine Grundstoff findet sich auch in mancheu Resultaten in merklicher Quantität, der doch in den übrigen gar nicht vorkommt. So erhielt Herr KIRWAN aus einem röthlichen Feldspath eilf Procent Baryt und acht Procent Talk, indefs ein anderes Resultat, welches WIEGLEB

e) Elements of Mineralogy. Second édition. Tom. I. pag. 319 u. fgg *)

*) In der deutschen Uebersetzung dieser Auflage. Th. I. S. 423 u. fgg. K.

über einen andern Feldspath von rother Farbe erhielt, weder die eine noch die andere von diesen Erden, sondern blofs Kieselerde und Thonerde mit einer kleinen Quantität Eisenoxyd und Flufssäure gab. Vauquelin hat ungefähr ein Siebentheil Pottasche in dem, Adular genannten, Feldspath und in dem grünen Feldspath aus Sibirien gefunden, aber keine andere Analyse hat dieses Alkali geliefert *f*). Uebrigens hat dieser geschickte Chemiker weder Talk noch Baryt in eben diesem Mineral gefunden.

Herr Kirwan schliefst aus den verschiedenen Analysen, die er angeführt hat, dafs alles, was aus Kieselerde und Thonerde besteht (so dafs die Kieselerde vorwaltet), welchen sich ein kleinerer Antheil von Kalk und Talk, oder von Kalk, Talk und Baryt beimengt, der jedoch hinreichend ist, das Ganze bei einem Grade der Hitze, der den 140sten nicht übersteigt, schmelzbar zu machen, einen Feldspath geben könne, und dafs man nicht anstehen dürfe, solchen Mineralien diesen Namen zu geben, sobald sie auch dabei ein blättriges Gefüge hätten. Allein er fügt hinzu, dafs das Eisen hier ein zufälliger Bestandtheil zu seyn scheine.

Ich will nicht bemerken, dafs diese von Herrn Kirwan festgesetzte Regel von Seiten der Einfachheit und der Präcision wohl etwas zu wünschen übrig

f) Die meisterhafte Analyse des Feldspaths von Herrn Assessor Rose lieferte ebenfalls zwölf Procent Kali. M. s. Scherer's allgemeines Journal der Chemie. VIII. H. 45. S. 244 u. folg. *K.*

läſst, daſs, ungeachtet der Bemühungen ihres Urhebers, sie allgemein gültig zu machen, wodurch er in Gefahr gerieth, sie mit Bedingungen zu überladen, sie dennoch schon jetzt nicht mehr mit dem Resultate der vom Bürger Vauquelin angestellten Zerlegung des Feldspathes, welcher unter dem Namen Adular bekannt ist, übereinstimmt; daſs endlich, wenn man es unternehmen wollte, ähnliche Regeln für alle Mineralien zu geben, eine Verwickelung daraus entstehen müſste, in welcher es schwer halten würde, sich zurecht zu finden, und daſs es sich sogar ungemein leicht zutragen könnte, daſs eine Regel, welche auf eine solche einzelne Gattung bezogen würde, fast eben so gut auf eine ganz verschiedene Gattung paſste.

Eben so wenig will ich untersuchen, ob alle die Analysen, von denen Herr Kirwan spricht, gleichen Glauben verdienen. Wenigstens kann man aber aus ihnen schlieſsen, daſs sie merkliche Verschiedenheiten in der Mischung unter den zerlegten Stücken anzeigen *g*). Ich könnte noch andere Beispiele eines Minerals anführen, dessen verschiedene, von geschickten

g) Daran zweifle ich doch. Entweder waren die analysirten Stücke nicht rein, d. i. von heterogenen Gemengtheilen nicht frei, oder es gingen bei der Zergliederung Irrthümer vor. Wenn reine Varietäten einer und derselben Gattung von zuverlässig arbeitenden Chemisten analysirt werden, so sind die Resultate, welche sie erhalten, einander gleich, oder nur höchst unbedeutend different. Ich berufe mich dabei unter andern auf die Analyse des Berylls und Smaragds von Klaproth, Rose und Vauquelin. *K.*

Händen angestellte Analysen verschiedene Resultate gegeben haben, und wir werden bald sehen, daſs dies nothwendig unter einer groſsen Menge von Umständen statt finden muſs.

Ich kehre jetzt zurück, und frage, mit welchem Grunde Herr Kirwan den verschiedenen Stücken, welche der Gegenstand der angeführten Analysen gewesen sind, den Namen Feldspath giebt. Dieses Zusammenstellen ist sicher nicht auf die Resultate dieser Analysen gegründet; denn man würde sich vielmehr geneigt fühlen, aus den Verschiedenheiten, welche sie gegeben haben, zu folgern, daſs mehrere oder wenigere von den Substanzen, denen sie zugehören, unterschiedene Gattungen ausmachen. Es ist mit einem Worte offenbar, daſs Herr Kirwan stillschweigend angenommen hat, daſs man die Substanzen, von denen die Rede ist, abstrahirt von der Analyse, für Feldspathe angesehen hatte.

Liest man, was die Naturforscher über dieses Mineral geschrieben haben, so sieht man, daſs der Begriff desselben nach einer Summe von Charakteren festgesetzt worden ist. Dahin gehört z. B. seine Härte, nach welcher er mit dem Stahle Funken giebt, sein blättriges Gewebe, welches von der Art ist, daſs dieser Stein in rhomboïdalische Bruchstücke springt; ein specifisches Gewicht von etwa 2, 5; eine Schmelzbarkeit zu weiſsem Email u. s. w.

Allein diese Merkmahle sind gröſstentheils bis auf einen gewissen Punkt veränderlich, und diese Abweichung kann sich in manchen Fällen ziemlich weit er-

strecken, zufolge der Abänderung, welche die Bestandtheile erleiden. Es sind daher wohl Hülfsmittel, um die zu einer und derselben Gattung gehörigen Körper zu erkennen, allein aufserdem, dafs sie dem Geiste keine recht einfache und scharfe Vorstellung von dem, was diese Gattung ausmacht, geben, so sind auch ihre Resultate nicht jederzeit geschickt, die Grenzlinie zu ziehen, welche die eine Gattung von der andern scheidet. Indem man blofs auf sie Rücksicht genommen hatte, hat man den Pyroxen (Augit) mit dem Amphibol (der basaltischen Hornblende), den Chabasin (Rhomboïdal-Zeolith) mit dem Mesotyp (Strahl-Zeolith) verwechselt, und so geht es mit mehreren anderen Zusammenstellungen, deren Unrichtigkeit man nach dem einsehen wird, was wir bei den Substanzen, auf welche sie sich beziehen, davon anführen werden.

Es ist ein weit sicheres Kennzeichen vorhanden, welches wegen seiner Unveränderlichkeit geschickter ist, den verschiedenen zu einer und derselben Gattung gehörigen Körpern zum Vereinigungspunkt zu dienen. Es ist das, welches man von der genauen Gestalt des integrirenden Moleküls entlehnen kann, weil diese Form, ohne irgend eine merkliche Veränderung, unabhängig von allen Ursachen, welche die übrigen Kennzeichen abändern können, besteht. So ist, um bei dem Beispiel vom Feldspath stehen zu bleiben, in dieser Substanz das Gefüge von der Art, dafs das sich daraus ergebende Molekül zum schiefwinkeligen Parallelepipedon gehört, worin die drei Winkel, welche zusammen eine und die-

selbe körperliche Ecke bilden *h*), unter sich erst einen Winkel von 90°, einen zweiten von 120° und einen dritten von 111° ½ ausmachen. Diese Winkel sind immer in den verschiedenartig krystallisirten Stücken dieselben, sie mögen nun nach der Analyse z. B. Baryt oder Kali liefern, oder davon keine Spur zeigen.

Man kann überdies nicht allein aus Beobachtungen, in Verbindung mit der Theorie, die Winkel des integrirenden Moleküls berechnen, sondern man kommt sogar so weit, dafs man die Verhältnisse zwischen den Durchmessern desselben kennen lernt, und es entspringt daraus eine vollkommen bestimmte geometrische Form, welche in allen Individuen der Gattung dieselbe ist, und mitten im Schwanken aller übrigen Kennzeichen gleichsam einen fixen Punkt giebt, so dafs man sogar sagen kann, dafs im allgemeinen die Körper jeder Gattung sich in den Resulsaten der Theorie, welche sich mit ihrer Struktur beschäftiget, näher berühren, als in den Resultaten der chemischen Zerlegung.

Ich will damit keineswegs das Kennzeichen, von welchem ich eben gesprochen habe, über seinen wah-

h) Herr Haüy redet hier von den Winkeln, welche je zwei und zwei der Flächen, die die körperliche Ecke begrenzen, mit einander an ihrem Durchschnitt machen. Diese bilden, streng mathematisch genommen, die Ecke nicht, sondern dies bewirken die ebenen Winkel, welche ihren gemeinschaftlichen Durchschnittspunkt in der Ecke oder Spitze selbst haben. Ein sphärisches Dreieck, das daraus construirt wird, ergiebt diesen Unterschied am deutlichsten, denn die Bogen desselben sind das Maafs der ebenen Winkel; die Neigung der Bogen macht aber diejenigen Winkel aus, welche Herr Haüy näher durchgeht. *K.*

ren Werth erheben. Ich bin sogar mifstrauisch dagegen wegen der Vorliebe gewesen, welche ich natürlicherweise für dieses Kennzeichen hegen mufs, das zu einem Zweige der Mineralogie gehört, den ich mit vorzüglicher Sorgfalt bearbeitet habe. Allein dieses Mifstrauen darf mich doch nicht abhalten, eine Wahrheit auszusprechen, die, wie ich glaube, für das Fortschreiten der Wissenschaft nützlich ist. Sie besteht darin, dafs dieses von der Struktur entlehnte Kennzeichen einen grofsen Einflufs auf die Unterscheidung der Gattungen haben mufs, und dafs man, wenn man es vernachläfsigt, sich eines der vortheilhaftesten Mittel zur Errichtung eines genauen und regelmäfsigen Systemes beraubt.

Man könnte mir einwerfen, dafs die Bestimmung des integrirenden Moleküls eines Körpers oftmals eine schwierige Unternehmung sey, welche Versuche auf das Gerathewohl erfordere, und ferner Kenntnisse voraussetze, die nicht Jedermann erlangt hat. Allein die chemische Analyse hat auch ihre Schwierigkeiten, und ist nicht das Werk eines Ausgenblicks. Es bedarf vieler Kunst, um die schicklichsten Reagentien anzuwenden, unsichtbare Stoffe, welche, so zu sagen, so gern wider Wissen des Scheidekünstlers entwischen möchten, fest zu halten; vieler Kunst, damit die Arbeit dem Resultat nichts raube, was dazu gehört, und nichts fremdartiges zusetze; und bisweilen kann man nur durch mehrmaliges Wiederholen so weit kommen, dafs man ein treues Gemählde von den Verhältnissen verzeichnen kann, welche unter diesen mannichfalti-

gen in der Substanz, so lange sie noch unverändert war, unter sich verbundenen Stoffen statt fanden. Was zur Vervollkommnung einer Wissenschaft beiträgt, erkauft man nie zu theuer, und man darf die Zeit nicht in Rechnung ziehen, wenn es darauf ankommt, zu Wahrheiten zu gelangen, welche ewig stehen bleiben sollen.

Man wird vielleicht noch bemerken, daſs oft eine mineralische Substanz in derben oder körnigen Massen vorkommt, welche sich nicht mechanisch theilen lassen. Ich antworte, daſs diese Massen sich auch oft an die krystallisirten oder an solche Substanzen, die ein blättriges Gefüge haben, ununterbrochen anschlieſsen, so daſs man offenbar sieht, daſs sie zu derselben Gattung gehören; und was auch diejenigen betrifft, welche sich bloſs isolirt finden, zu deren Bestimmung bloſs unsichrere Kennzeichen übrig bleiben, als das ist, welches man von der Struktur hernehmen kann, so folgt daraus nur, daſs man es bedauern muſs, daſs dieses letztere Kennzeichen keine gröſsere Allgemeinheit hat; und dies Bedauern selbst ist eine Art von Geständniſs seiner Vorzüglichkeit in allen Fällen, wo es sich anwenden läſst *i*).

i) Man führt zuweilen die Seltenheit der Krystalle als einen Beweis der Unzulänglichkeit des Hülfsmittels an, welche den von Krystallisation entlehnten Charakter liefert. Diese Schwierigkeit scheint mir nicht gegründet zu seyn, weil ein einziger deutlich ausgebildeter Krystall zur Bestimmung einer Menge unförmlicher Massen hinreicht, die mit diesem Krystall übrigens so viel Aehnlichkeit haben, daſs sie die Identi-

Sagt man etwa, dafs es Formen von integrirenden Moleküls gäbe, welche sich bei Substanzen von ganz verschiedener Natur gleich bleiben? So bemerke ich zuvörderst, dafs dies nur von solchen geometrischen Körpern gilt, die einen besondern Charakter von Regelmäfsigkeit haben, so dafs in allen übrigen Fällen die Form des integrirenden Moleküls zur Festsetzung der Gattung allein hinreicht. Ich antworte ferner, dafs die mehresten Substanzen, welche ein gleiches Molekül haben (und eben dies gilt auch von denen, die, wie die dehnbaren Metalle, niemals ein blättriges Gefüge besitzen), durch andere Kennzeichen leicht zu unterscheiden sind. Der Würfel z. B. kommt als integrirendes Molekül, dem boraxgesäuerten Talk (Boracit), dem salzgesäuerten Natrum (Steinsalz), dem geschwefelten Blei (Bleiglanz), dem geschwefelten Eisen (Schwefelkies) u. s. w. zu; lauter Substanzen, die sich auch ohne mechanische Theilung sehr leicht erkennen lassen *k*).

Mit

tät ihrer Natur anzeigen; und wenn man mit dem Einwurf, dafs die Krystalle selten sind, so viel sagen will, dafs es viele mineralogische Gattungen gebe, die sich nie unter krystallinischen Formen zeigen, so frage ich: ob dies wahre Gattungen und nicht vielmehr Gemenge sind, zu deren Hervorbringung verschiedene Gattungen concurrirt haben *).

k) Dies kommt der Allgemeinheit des Princips nicht zu statten, gewährt aber bei der Anwendung einigen Trost.

K.

*) Diese an und für sich oryktognostische Frage kann nur durch Hülfe geognostischer auf Beobachtungen beruhender Principien befriedigend beantwortet werden. *K.*

Mit einem Wort, alles, was ich aus dieser Discussion folgern will, ist das, dafs der von der Struktur hergenommene Charakter einen sehr ausgezeichneten Rang unter denen erhalten mufs, welche die von einer und derselben Gattung herstammenden Körper zu repräsentiren dienen. Er hat ohne Zweifel auch seine dunkelen Seiten, und es giebt Umstände, unter denen er verschwindet. Wo er sich aber zeigt, da ist es allemal ein lichtvoller Zug, welchem man das Auge nicht verschliefsen mufs.

Ich füge noch hinzu, dafs man mit ein wenig Uebung in der Anwendung des Calculs auf die Theorie entscheiden kann, ob eine gegebene Form in diese oder jene Gattung pafst, oder ob sie davon ausgeschlossen werden mufs. So wird man finden, dafs der Würfel, der unter den Varietäten des kohlengesäuerten Kalkes mit angeführt worden ist, der Krystallisation dieser Substanz fremd ist *l*). Nun kann man leicht einsehen, von welchem Nutzen dieser Gebrauch des Calculs seyn mufs, um die krystallisirten Mineralien in ihre respectiven Gattungen zu vertheilen, jeder dieser Gattungen anzuweisen, was ihr angehört, und von ihr wegzunehmen, was sie etwa usurpirt haben könnte.

Alles bisherige führt uns zu einer interessanten Betrachtung über die chemische Mischung der Mineralien. Die Grundstoffe nämlich, welche zur Bildung ihrer integrirenden Moleküls zusammentreten, müs-

l) Man sehe beim Artikel vom kohlengesäuerten Kalk die Varietät, welche wir kuboidisch genannt haben.

sen, wie mir scheint, in Rücksicht auf ihre Qualität und Quantität beständig seyn, so daſs die Substanzen, welche die Resultate der Analyse variirend machen, den Moleküls fremd sind, und bloſs zwischen ihnen in der Masse des Minerals liegen *m*). Man kann eine mit diesen zufälligen Bestandtheilen gemengte Substanz mit gewissen Salzen vergleichen, mit welchen andere Salze zufälligerweise verbunden sind, z. B. mit dem Salpeter, den das erste Sieden giebt. Wenn man dieses Salz mehrmals hinter einander auflösen und krystallisiren läſst, um es zu reinigen, so verändert die Flüssigkeit die Figur seiner Moleküls nicht im geringsten; sie thut weiter nichts, als daſs sie dieselben von einander trennt, und von den Moleküls anderer Salze befreit, welche mit ihnen verbunden gewesen, aber keineswegs in ihre Mischung eingegangen waren *n*). Eben so bilden die Bestandtheile, von denen die abweichenden analytischen Resultate verschiedener Stücke eines und desselben Minerals abhängen, mit der eigen-

m) Ich glaube selbst, daſs in dem Falle, wo man sagt, daſs ein sonst zur Zusammensetzung eines Minerals wesentlicher Bestandtheil im Ueberschuſs da ist, dieser überschüssige Antheil gar nicht in die Bildung des Moleküls eingeht, und unter die heterogenen, bloſs zufälligen Bestandtheile gerechnet werden muſs.

n) Diese Behauptung, nach welcher z. B. Digestivsalz und Salpeter in der ersten Lauge und in den zuerst anschieſsenden Krystallen als solche beisammen seyn sollen, stimmt zwar mit der gewöhnlichen Meinung überein; sie beruht aber mehr auf Annahme als auf Beweis. *K.*

thümlichen Substanz desselben ein bloſses Gemenge, dessen integrirende Moleküls unverändert daraus hervorkommen würden, wenn es uns möglich wäre, sie von einander zu trennen o).

Diesen Betrachtungen zufolge scheint mir, als könne man die Gattung (*espèce*) in der Mineralogie definiren: als einen Inbegriff von Körpern, deren integrirende Moleküls einander ähnlich, und aus denselben Grundstoffen, in demselben Verhältniſs mit einander verbunden, zusammengesetzt sind. Diese letztere Bedingung macht die Definition allgemein geltend, und paſst auch auf diejenigen Substanzen, deren Moleküls zwar auf dieselbe Art gestaltet, aber durch die

o) Diese zufälligen Bestandtheile sind es, weswegen gewisse äuſsere Kennzeichen, als Farbe, äuſserer Glanz, Bruchglanz u. s. w. variiren. So findet man auf dem Vesuv Krystalle von Pyroxen (Werners Augit), deren Oberfläche und Bruch stark glänzend sind, da doch unter den norwegischen viele eine rauhe und matte äuſsere Oberfläche haben, und inwendig sehr wenig schimmernd sind. Indeſs lassen sich die einen wie die andern unter denselben Winkeln theilen, und haben Formen, die entweder einander gleich sind, oder sich auf dasselbe Molekül zurückbringen lassen, so daſs die Gattung, zu welcher sie gehören, ihre Einheit mitten unter den Verschiedenheiten im äuſseren Ansehen, wovon wir eben gesprochen haben, erhält; und daher sind diese Verschiedenheiten höchstens ein Zeichen des Variirens in den Stoffen welche auf irgend eine Art zu der Zusammensetzung de Substanz noch hinzutreten; aber sie zeigen keine Verschiedenheit in den wesentlichen und wahrhaft constituirenden Bestandtheilen an.

Grundstoffe, aus denen sie bestehen, wesentlich von einander verschieden sind.

Einige Mineralogen glauben, ein solcher Inbegriff welchen ich Gattung (*espèce*) nenne, müfste vielmehr als ein Geschlecht (*genre*) angesehen werden. Wo würden dann aber die Gattungen seyn, in welche das Geschlecht zerfiele? Sollte man die verschiedentlich geformten Krystalle dafür halten? Mir scheint es, als könnten diese Modifikationen, die zwar allerdings die Wirkungen eben so vieler fest bestimmter Gesetze sind, aber nach allem nur von lokalen Umständen abhängen, z. B. von der Dichtigkeit oder von andern Eigenschaften der Flüssigkeit, keinen zureichenden Grund abgeben, um specifische Unterschiede unter sich aufzustellen. Sie gehen die Substanz selbst nichts an, und geben blofs einem und demselben Kerne verschiedene Hüllen. Sonst würde man bei jener erwähnten Meinung mit den unförmlichen Stücken in Verlegenheit kommen, die sicher nicht verdienen, zu Arten erhoben zu werden. Dieselbe Antwort pafst auch auf die Annahme, als ob die Gattungen etwa Gruppen seyn sollten, wovon z. B. die eine die regelmäfsig krystallisirten Körper, eine zweite die Concretionen u. s. w. umfassen sollte. Man nehme aber an, die Moleküls, welche die Concretionen erzeugt haben, hätten in einer ruhigen Flüssigkeit frei geschwebt; so würden sie sich anders zusammengehäuft und Krystalle haben bilden können. Die Idee, welche das Wort Gattung erweckt, geht geradeswegs auf den Grund, auf das Wesen der Substanz selbst, und klebt nicht an blofsen äufseren Umrissen.

Eben so wenig würde man berechtiget seyn, wenn man die Vermengungen einer Substanz mit zufälligen Stoffen, welche die Hauptgattung bloſs modificiren, aber nicht in eine andere, die wirklich von ihr unterschieden wäre, verwandeln, als eben so viele Gattungen ansehen wollte. Diese Gemenge gehören selbst zur Hauptgattung nur in sofern, als die herrschenden Charaktere, wenigstens zum Theil, dabei anzutreffen sind. Wäre dies nicht, so dürften sie im System keine Stelle mehr einnehmen; man müſste sie in den allgemeinen Anhang verweisen, wo die Gemenge, welche man Gebirgsarten nennt, stehen; und dies zeigt, wie sehr es dem Geiste des Systems zuwider ist, neben den wahren Gattungen in einer und derselben Reihe die Mergelarten, Thone, Schiefer und andere Körper als eben so viel besondere Gattungen zu setzen, welche doch bloſs zufällige Aggregate von andern vorher schon im System klassificirten Gattungen sind, wovon keine ihren Charakter ganz zu erkennen giebt, so daſs man nicht einmal würde entscheiden können, zu welcher Gattung sie, als bloſs davon abhängige Substanzen, gezählt werden müſsten *p*).

Nach allem dem, was ich so eben gesagt habe, wird

p) Diese Aeuſserung ist den von Herrn Haüy angenommenen Klassificationsgrundsätzen völlig gemäſs, und daher durchaus consequent; sie beweiset aber auch, daſs man dabei allein nicht wird stehen bleiben können. Die Kenntniſs vieler sehr ausgezeichneten Fossilien würde für die Nachkommenschaft verloren gehen, und die Anwendung der Mineralogie auf das gemeine Leben sehr eingeschränkt ausfallen. *K.*

man leicht einsehen, wie wichtig es seyn würde, mittelst der Analyse in Rücksicht auf jede Gattung diese Stoffe zu bestimmen, welche allein zur Bildung des integrirenden Moleküls gehören; man müfste mit ausgesuchten Stücken arbeiten, deren Mischung nichts enthielte, als das, was sie nicht entbehren könnte, ohne aufzuhören, das zu seyn, was sie ist, und der Flüssigkeit, in welcher sie sich erzeugt hat, so zu sagen nichts entwendet hätte. Man würde auf diese Weise die Grenzlinie haben, von welcher die Analysen anderer Stücke sich mehr oder weniger entfernen, je nachdem sie ganz zufällige Bestandtheile, oder einen von den wesentlichen Bestandtheilen im Ueberschufs enthalten. Diese Grenzlinie würde eigentlich das geben, was man die Analyse des dem Versuch unterworfenen Minerals nennen müfste; und die übrigen Resultate würden uns die zufälligen Verschiedenheiten, deren die Mischung fähig ist, kennen lehren. Sie würden dazu dienen, um anzuzeigen, bis zu welchem Punkte der eine oder andere Bestandtheil in seinen Proportionen variirt, und diejenigen Stoffe zu entdecken, welche nur beiher mit vorkommen, und mehr eine Ueberhäufung des Minerals, das sie enthält, sind, als dafs sie zu seiner Vollständigkeit etwas beitragen sollten.

Ich glaube hinlänglich gezeigt zu haben, wie viel die Chemie und die Mineralogie durch ihre Vereinigung gewinnen können. Ohne die erstere würde man nicht wissen, in welche Klasse ein Mineral gestellt werden mufs, ob es eine Säure enthält, oder ob blofse Erden in seine Mischung eingehen, oder ob es nicht

eine metallische Substanz unter dem Anschein eines blofsen Steins verbirgt. Ohne die zweite würde es oft schwer halten, die Varietäten unter den Typus der Gattung zu bringen, zu welcher sie gehören. Die eine giebt das erste Glied der Kette an, und zeigt den Punkt, an welchen es angehängt werden mufs; allein das Hinzutreten der andern ist nothwendig, um diese Kette weiter zu verlängern, und ihre verschiedenen Glieder an einander zu setzen.

Ich hoffe, man wird mir diese lange Discussion verzeihen, die ich für nöthig hielt, weil es mir schien, dafs man nicht immer genug auf den Einflufs geachtet habe, welchen die Mineralogie auf die Errichtung eines gut geordneten Systems haben mufs, und dafs, wenn es Fälle giebt, wo der Mineralog nicht umhin kann, zu dem Chemiker zu sagen: Lehre mich, was du jetzt analysirt hast, auch andere Fälle vorkommen, wo der Chemiker, wenn er vorsichtig seyn will, zum Mineralogen sagen mufs: Lehre mich, was das ist, was ich jetzt analysiren will.

Der Bürger Vauquelin, der mit einer weltkundigen Geschicklichkeit einen sehr geraden und richtigen Sinn verbindet, hat mehr als einmal gezeigt, dafs er die aus der Geometrie der Krystalle gezogenen Folgerungen nicht für unnütz hält, um im voraus das Ziel ahnden zu lassen, auf welches die Analyse hinauslaufen mufs. Durch die Umstände neben einander gestellt, haben wir oft unsere Untersuchungen mit einander verabredet, und die Resultate, zu welchen wir

nach zwei so verschiedenen Methoden, die Natur zu erforschen, gekommen sind, haben sich durch ihre Uebereinstimmung gegenseitig Gewähr geleistet. Ich fühle alles das, was meine Arbeit bei dieser Vereinigung gewonnen hat, und wie sehr ich zu wünschen habe, daſs man es wisse: die *Ecole des mines* in Frankreich sey der Ort, wo die Chemie und die Krystallographie, welche so lange von einander getrennt waren, in eine enge Verbindung mit einander getreten sind, und sich versprochen haben, einander nie wieder zu verlassen.

Wenn wir jetzt die Vergleichung zwischen den Systemen der Botaniker und Mineralogen wieder vornehmen, so müssen wir bemerken, daſs die ersteren gänzlich auf solche Kennzeichen, welche die Betrachtung der äuſseren Form an die Hand giebt, gegründet sind; denn da diese mit der innern Organisation, welche in allen Individuen derselben Species constant ist, in nothwendiger Beziehung steht, so kann jedes Individuum als gemeinschaftliches Muster dienen, um die ganze Species wie mit einem einzigen Zuge zu zeichnen.

Im Mineralreich dagegen, wo die äuſseren Kennzeichen ewigen Abwechselungen unterworfen, wo selbst die vollendetsten Formen nichts weiter sind, als flüchtige Verkleidungen, kann nichts, was zum Auge spricht, einem System als Grundlage dienen. Der Analyse kommt es zu, diesen Grund zu legen, und unter Benutzung des Lichtes der Krystallographie Regeln für die Ordnung der Klassification zu geben. Ist aber dieser Zweck einmal erreicht, so muſs der Beobachter im Stande seyn, die klassificirten Substanzen zu erkennen,

durch Mittel, welche von der Analyse unabhängig sind, indem er eine Auswahl glücklich combinirter Kennzeichen anwendet, wovon die einen sich unsern Sinnen wie von selbst darstellen, und die andern, um Evidenz zu erhalten, blofs solche Operationen erfordern, welche leicht sind, und welche man gleich bei der Hand hat.

Hier wird die Krystallographie, welche die chemische Analyse bei der Errichtung des Systems nur unterstützt hatte, sich wieder im vortheilhafteren Lichte zeigen, um Kennzeichen anzugeben, welche sich auf die Winkel der Krystalle gründen, die in einem Augenblick gemessen werden können.

So werden die Hülfsmittel, welche bei der Gründung des Systems vor-an standen, zugleich die seyn, worauf man sich am sichersten verlassen kann, und wobei der Willkühr am wenigsten überlassen bleibt. Andere Hülfsmittel, welche die Anwendung des Systems leiten, werden das Verdienst der Einfachheit und Bequemlichkeit haben.

Aus dem obigen ergiebt sich, dafs ein mineralogisches System, da es aus Kennzeichen zusammengesetzt ist, welche oft von sehr mannichfaltigen Rücksichten entlehnt sind, von Seiten dessen, der es anwendet, mehr Versuche aufs Gerathewohl erfordert als ein botanisches System, dessen gleichförmiger und regelmäfsiger Gang nach einer Modification sich richtet, welche zu den Augen spricht; so dafs die ganze Arbeit des Beobachters auf die verschiedenen Anwendungen eines und desselben Grundsatzes beschränkt ist. Aber jener üblere Umstand, wenn es einer ist, wird grofsentheils

durch den Vortheil wieder ersetzt, daſs man nur unter einer unvergleichbar geringeren Anzahl von Gattungen zu entscheiden hat, als die Zahl der Species ist, welche die Botanik umfaſst; und da das System in dieser Rücksicht in einem engeren Kreise eingeschlossen ist, so findet sich der Beobachter mitten in den Umschweifen, welche er zu machen genöthiget ist, um zu seinem Zweck zu gelangen, doch leichter zurecht. Hiezu kommt noch, daſs die Mannichfaltigkeit der Kennzeichen selbst, welche er bei einer und derselben Nachforschung verkettet, und die verschiedenen Gattungen von Kenntnissen, die er mit der Beobachtung dessen, was seinen Sinnen sich darstellt, verbindet, das ihrige dazu beitragen, Interesse über das Studium der Gegenstände, die seinen Scharfsinn üben, zu verbreiten, und ihm dieses Studium zugleich einladender und unterrichtender zu machen.

Wir haben in der Einleitung bereits eine Auseinandersetzung des von uns angenommenen Systems, nebst Angabe seiner Gründe mitgetheilt. Der Plan desselben war so abgefaſst, daſs wir uns hüteten, den Resultaten der Analyse vorzugreifen, und Zusammenstellungen zu machen, welche die Natur nicht anerkennt. Daſs wir aber auch alle die benutzen konnten, welche in denjenigen Theilen des Systems eine regelmäſsigere Anordnung zu treffen gestatteten, worüber die Arbeiten der Chemiker uns sichrere und vollständigere Kenntnisse verschafft haben. Wir theilen demnach das ganze Mineralreich in vier Klassen ein, deren Ueberschriften wir hier dem Leser vor Augen bringen wollen.

1) Säurehaltige Substanzen, welche aus einer Säure, mit einer Erde oder einem Alkali, zuweilen mit beiden verbunden, bestehen.

2) Erdige Substanzen, in deren Mischung blofs Erden, bisweilen mit einem Alkali verbunden, eingehen.

3) Entzündliche (nicht metallische) Substanzen.

4) Metallische Substanzen.

Eben so haben wir die Gründe angegeben, welche uns bestimmten, lieber die Basis als die Säure zu wählen, um die Geschlechter der ersten Klasse eben sowohl als diejenigen zu charakterisiren, welche metallische mit einer Säure gemischte Substanzen enthalten. Daher sah ich mich aber auch endlich in die Nothwendigkeit versetzt, die von den neueren Chemikern angenommenen Benennungen durch eine sehr einfache Inversion zu verändern. Wir sagen daher: *chaux sulfatée* statt *sulfate de chaux*, *fer carburé* statt *carbure de fer* q) u. s. w., um die Nomenclatur dem System selbst anzupassen, und ihre jene Genauigkeit und Regelmäfsigkeit zu sichern, die der berühmte Linné so glücklich in der Naturgeschichte eingeführt hat.

Die Sorgfalt, womit wir unser System auf solche Objekte zu beschränken gesucht haben, welche durch

q) Ich habe schon in der Einleitung durch eine Note darauf aufmerksam gemacht, dafs wir die Nomenclatur im Deutschen gerade so anwenden müssen, wie die Chemiker es eingeführt haben. Die im Text stehenden Ausdrücke können nicht anders übersetzt werden, als durch schwefelgesäuerter Kalk, gekohltes Eisen etc. *K.*

genaue und zuverläſsige Data bestimmt worden sind, nöthigte uns, gewisse Substanzen davon auszuschlieſsen, deren Natur noch nicht so unbestreitbar erwiesen ist, daſs sich entscheiden lieſse, ob sie besondere Gattungen ausmachen, oder zu einer von den schon klassificirten Gattungen gehören. Wir werden diese Substanzen in den ersten Anhang bringen. Dort wird ihre Beschreibung nebst einer Auseinandersetzung der Muthmaaſsungen folgen, die ihre Charaktere schon in Hinsicht dessen an die Hand geben können, wozu sie wohl gerechnet werden möchten, wenn man sie einst genauer kennen lernen wird. Ein zweiter Anhang wird die Substanzen enthalten, welche bloſse Gemenge verschiedener Gattungen sind, und worunter sich die Aggregate befinden, welche den Namen Gebirgsarten führen. Auch von diesen wollen wir dann genauere Kenntniſs geben. Endlich wird noch ein dritter Anhang die Produkte der Vulkane und anderer unterirrdischer nicht vulkanischer Entzündungen enthalten.

Nach allem aber dürfen wir nie vergessen, daſs unsere Systeme, selbst die am besten eingerichteten, die Natur doch nur unvollkommen darstellen, und uns, wenn wir von ihnen bis auf einen gewissen Punkt geführt sind, nachher uns selbst überlassen. Es scheint, als hätte man sie nur nach ausgewählten Stücken errichtet, deren im System angegebene Charaktere genauer und in die Augen springender als gewöhnlich sind. Indeſs so unvollständig sie auch seyn mögen, so haben sie doch den schätzbaren Nutzen, daſs sie

Ordnung in unsere Ideen bringen, und uns zu einem genaueren Studio ihres Gegenstandes vorbereiten. Die Einsicht, welche man einmal durch genaue Anwendung der Prinzipien auf auserlesene Stücke erst aus dem Gröbsten erlangt hat, geht durch fleiſsige Beobachtung alles dessen, was sich in der Natur zeigen kann, leicht und glücklich in reife Vollendung über; und hat man sich die Kunst erworben, einen vortheilhaften Gebrauch vom System zu machen, so führt sie uns selbst dahin, daſs wir mit einem geübten Auge das System nachher entbehren können.

Von der Nomenclatur der Mineralien.

Die Mineralogie und die übrigen Zweige der Naturwissenschaften sind eine lange Reihe von Jahren hindurch bearbeitet worden, ehe man zu bemerken schien, wie viel Einfluſs die Worte, welche die Zeichen unserer Vorstellungen sind, auf die Leichtigkeit, diese Vorstellungen zu erlangen und wieder in sich hervorzurufen, haben könnten. Die Sprache dieser Wissenschaften war keiner festen Regel unterworfen; der Eigensinn der Nomenclatoren entschied sowohl über die Wahl als über die Menge der Worte, welche jede einzelne Benennung ausmachten; und diese Worte, die oft unschicklich waren, oder sogar einen falschen und trügerischen Sinn veranlaſsten, schadeten auf doppelte Weise, weil sie eines Theils die Operation des Gedächtnisses störten, andern Theils den Blick des Geistes verdunkelten.

Endlich unternahm es LINNÉ in der Naturgeschichte eine verständige und wahrhaft systematische Sprache einzuführen; er setzte jede Benennung aus zwei Worten zusammen, wovon das eine der benannten Species mit allen denen, welche zu demselben Genus gehörten, gemein war, das andere aber dieser Species als eigenthümliches Unterscheidungszeichen diente. Das Beispiel dieses berühmten Gelehrten hat alle diejenigen geleitet, welche seitdem das Studium der Natur mit ausgezeichnetem Erfolg betrieben haben; und die Urheber der neueren Chemie haben eine gleiche Genauigkeit in die Sprache dieser Wissenschaft eingeführt, in welcher sie noch einen besonderen Vortheil gewährt, der aus der Natur des Gegenstandes selbst entspringt. Er besteht darin, daſs hier Nennen und Definiren nur eine und dieselbe Sache ist, und daſs die bloſse Zusammenstellung der Namen, wie flufssaurer Kalk, schwefelsaurer Baryt u. s. w. einen kurzen Abriſs der Wissenschaft selbst giebt.

Wir haben diese Nomenclatur überall angenommen, wo die bisher erlangten Kenntnisse es gestatteten r), und unter einer groſsen Menge von Beispie-

r) So schön an und für sich diese Methode der Nomenclatur für den Chemiker ist, so wenig ist sie doch als allgemein gültig in der Oryktognosie zu empfehlen. Der Chemiker drückt lauter genau bestimmte Mischungen aus, und spricht also vollkommen richtig, wenn er seine Definitionen zugleich zu Benennungen erhebt. Die Natur aber liefert viel zusammengesetztere Mischungen, und mit diesen hat es der Oryktognost zu thun. Wo dieser daher eigen-

len, welche wir anführen könnten, um zu beweisen, wie viel die Mineralogie bei dieser Annahme gewonnen hat, wollen wir es bloſs bei dem bewenden lassen, welches uns der Name **Spath** darbietet. Sonst hatte man unter diesem Namen mehrere Gattungen von Mineralien vereinigt, welche ein blättriges und schillerndes Gefüge hatten. So gab es **Kalkspath**, **Schwerspath**, **Fluſsspath**, **Schillerspath** u. s. w. Zu der Zeit, wo die mannichfaltigen mit diesem Namen bezeichneten Mineralien ein einziges Geschlecht ausmachten, wie es denn scheint, daſs dies bei der ersten Gründung der Wissenschaft der Fall gewesen ist, war es mehr ein Fehler des Systems als der Nomenclatur, wenn Gattungen, welche wesentlich von einander verschieden waren, identisch angegeben wurden. Seitdem aber lernte man eben diese Körper besser kennen; man sonderte sie von einander, und setzte sie in verschiedene Geschlechter, ja sogar wohl in verschiedene Klassen; und dennoch hörte man nicht auf, den gemeinschaftlichen Namen **Spath** für sie beizubehalten, und so veranlaſste man selbst scheinbar die unvermeidlichen Alternativen, als ob entweder ein Geschlecht zerstückelt würde, um die Glieder desselben zu zerstreuen, welches gegen alle Grundsätze eines Systems ist, oder als ob Gattungen unter einen

thümliche Namen (*nomina propria*) vorfindet, muſs er solche sorgfältig aufbewahren und zweckmäſsig anwenden. Inzwischen hängt diese Materie mit der von der Klassification der Fossilien und besonders von der **Gattung** genau zusammen. *K.*

gemeinschaftlichen Namen zusammengefaſst würden, die auſserdem nichts mit einander gemein haben, welches den Grundsätzen einer guten Nomenclatur nicht weniger entgegen ist. Aber gleich als ob die durch die Spathe der alten Mineralogie veranlaſste Verwirrung noch nicht groſs genug sey, hat der Miſsbrauch dieses Namens in den neueren Benennungen, so zu sagen, noch mehr gewuchert, und daher sind die Boraxspathe, die Demantspathe u. s. w. entstanden. Die Sprache der neuen Chemie unterdrückt das Wort Spath bei den säurehaltigen Substanzen, und hat dadurch gleichsam das Signal gegeben, die nehmliche Reform auch auf einige erdige Substanzen auszudehnen, welche noch im Besitz dieses fehlerhaften Namens waren *s*).

Was die Benennungen dieser letzteren Substanzen betrifft, so muſsten sie, wenigstens für jetzt, auf Rücksichten gegründet werden, welche die chemische Natur der Körper nichts angehen; und es ist sogar vorauszusetzen, daſs wir nicht sobald im Stande seyn werden, sie auf die Resultate der Analyse zurückzuführen, wenn wir auch annehmen, daſs man sich nicht bei den weitschichtigen Resultaten aufhalten würde, welche die Analyse der aus drei oder vier auf das innigste

s) Wir haben diesen Namen bloſs bei der Benennung Feldspath beibehalten, welcher zu allgemein verbreitet ist, um nicht respectirt zu werden, und wodurch übrigens keine Zweideutigkeit verursacht werden kann, da er auſserdem nicht weiter angewendet worden ist.

innigste mit einander verbundenen Erden zusammengesetzten Substanzen darlegt. Wie dem auch sey, so brauchte man doch Namen, deren man sich eine unbestimmte Zeit hindurch bedienen könnte; und dies war ein Grund, warum auch in diesem Theile der wissenschaftlichen Sprache alle die Veränderungen getroffen wurden, welche keine allzu grofsen Inconvenienzen nach sich ziehen.

Um jedoch diejenigen, welche ich mir erlaubt habe, zu motiviren, wird es nicht unnütz seyn, vor allen Dingen die Prinzipien auseinander zu setzen, nach welchen die von der Analyse unabhängigen Namen gebildet werden müssen.

Seit einiger Zeit hat man sehr im Gebrauch, den mineralischen Substanzen Namen zu geben, welche von den Namen der Oerter, wo man sie entdeckt hat, entlehnt sind. Mir scheint es, als heifse dies, den Gebrauch dieser Namen umkehren, welche nur dienen sollten, Individuen oder einzelne Körper zu bezeichnen; wie wenn man von einem Idocras sagt, dessen Geburtsort man angeben will, es sey ein Idocras vom Vesuv oder ein Idocras aus Sibirien. Man setze statt des Wortes Idocras das Wort Vesuvian, welches man in Deutschland aufgenommen hat, so wird der erste Ausdruck das Ansehen eines Pleonasmus haben, und der zweite wird einen Widerspruch zu enthalten scheinen *t*).

t) Dieser Kritik stimme ich vollkommen bei; indessen haben wir die Alten hierin zu Vorgänngern. Chalcedon,

Andere nehmen neue Benennungen von der Farbe her, unter welcher die Substanz sich den ersten Beobachtern gezeigt hat. Das heifst, auf die Gattung den Namen der Varietät übertragen. Man hat z. B. Yanolith *u*) (violetten Stein) die Substanz genannt, welche wir Axinit (Thumerstein) nennen. Allein es giebt Krystalle von dieser Substanz, welche grün sind, und in diesem Falle drückt der Name grüner Yanolith ein blofses Verstandesding aus *v*).

Man mufs auch vermeiden, den Namen eines Minerals in den eines andern mit einer andern Flexion aufzunehmen, wie wenn man den Idocras Hyazinthin nennt, ohne Zweifel um an die Aehnlichkeit zu erinnern, welche man ihm mit dem Hyacinth (dem Zirkon in unserm Systeme) beilegt, womit man ihn anfänglich vermengt hatte. Er weicht aber von diesem in der That sehr merklich ab, theils in seinen Bestandtheilen, theils in seiner Struktur, theils auch durch die Winkel seiner Krystalle; und man darf nur ein wenig darauf achten, um mit Romé de l'Isle *w*) zu

lydischer Stein, Cimolit, Achat etc., das sind geographische Namen von sehr altem Gepräge. Dessen erinnert man sich freilich nicht so schnell, als bei den mehresten neuern geographischen Benennungen, daher finden solche weniger Anstofs. Wo man sie vermeiden kann, sollte man es thun; jedoch gut construirte und bereits eingeführte Benennungen dieser Art, nicht abermals mit neuen vertauschen. *K.*

u) Sciagraphie, seconde édit. T. I. p. 287.

v) Die von der Farbe benannten Gattungsnamen sind am verwerflichsten. *K.*

w) Crystallogr. T. I. p. 291.

behaupten, daſs sie von einander getrennt werden müssen. Statt also durch die Aehnlichkeit der Namen eine angebliche Aehnlichkeit der Substanzen anzudeuten, welche für gute Augen gar nicht vorhanden ist, muſste man vielmehr zwischen beiden Substanzen eine scharfe Grenzlinie durch einen neuen Namen ziehen, welcher mit dem ersten nichts gemein hatte, und welcher, wo möglich, einen Irrthum in Vergessenheit bringen konnte, den sich die Mineralogen nie hätten sollen zu Schulden kommen lassen.

Was die Namen betrifft, welche nichts bedeuten, und denen mehrere Naturforscher den Vorzug geben, so steht ihrer Annahme nichts im Wege. Unter diese Zahl gehören die aus der Mythologie entlehnten Namen, wie Titan, Uran u. s. w. Der Sinn, welchen sie anzeigen, bezieht sich sogar nicht auf die Gegenstände, zu deren Bezeichnung sie dienen, daſs sie weder Miſsverstand noch Zweideutigkeit veranlassen können, so daſs es mit ihnen eben so gut ist, als ob sie durch die bloſse Einbildungskraft gebildet wären. Zuweilen legt man auch einem Naturprodukte den Namen dessen bei, der es entdeckt hat; und man müſste sehr streng seyn, wenn man diese Art, ein der Wissenschaft gemachtes Geschenk durch eine Art von Ehrensold zu bezahlen, verdammen wollte.

Indeſs scheint es mir doch vortheilhafter zu seyn, bezeichnende Namen zu gebrauchen, welche an irgend eine charakteristische Eigenschaft des zu benennenden Minerals, oder an irgend einen auf seine Geschichte Bezug habenden Umstand erinnern. Weil aber dieses

Mineral öfters nur durch das Ganze seiner Charaktere sich von den übrigen unterscheidet, so darf man nicht fordern, daſs der Name, der nur auf einen einzigen Charakter gehen kann, den Gegenstand, welchen er bezeichnet, ohne Zweideutigkeit von allen übrigen unterscheiden sollte. Wenn man ferner erwägt, daſs die Charaktere der Mineralien veränderlich sind, so wird man zugeben, daſs der Nomenclator sich hier ein weites Gebiet zueignen darf, und daſs es hinlänglich ist, wenn nur jeder Name auf irgend einer an die Kenntniſs des Gegenstandes sich anschlieſsenden Vorstellung beruhet. Ohne diese Ausdehnung wäre es unmöglich, bezeichnende, d. h. vernünftige Namen zu erfinden. Bei einem Gegenstande von so groſser Schwierigkeit ist alles zu gestatten, das ausgenommen, was sich gar nicht entschuldigen läſst *x*).

Nun muſs man gestehen, unsere Sprache *y*) ist nicht geschickt, bezeichnende Namen zu liefern, ohne Beihülfe von Umschreibungen, welche aus dem engen Geleis heraustreten, worin die wahren Namen eingeschlossen seyn müssen. Die französische Sprache mag bei der Beschreibung der Gegenstände alle die Klarheit

x) Das ist wahr, aber man sollte mehr bemühet seyn, Namen ohne alle Bedeutung als sogenannte charakteristische zu erfinden. Die Entdeckung eines neuen Naturkörpers (welche sich doch nie zuvor ahnden läſst), veranlaſst oft, daſs die früher angenommenen charakteristischen Namen späterhin zweideutig werden. *K.*

y) Die französische allerdings weniger, als die deutsche. *W.*

und Richtigkeit verbreiten, welche sie auszeichnen; die Namen aber müssen von der griechischen Sprache entlehnt werden, welche augenscheinlich den Vorzug hat, mehrere Worte in ein einziges solches zusammenschmelzen zu können, das den Gegenstand, den es zu benennen dienen soll, kurz darstellt *z*). Auf diese Art sind eine Menge von Namen, welche in den Wissenschaften und Künsten angewendet werden, gebildet worden. Alltäglich vervielfältigen sich diese Namen; das Instrument, welches in einem Augenblick die Zeichen der Gedanken weit forttträgt, heifst der Telegraph; die Kunst, mit der Geschwindigkeit des Sprechens zu schreiben, heifst Stenographie u. s. f. Warum wollte man die griechische Sprache aus dem Gebiete der Wissenschaften verbannen, wo sie seit langer Zeit gleichsam einheimisch geworden ist, und wo jeder durch das Bedürfnifs herbeigeführte neue Ausdruck mit tausend andern, welche vorhergingen, so zu sagen, zu einer Familie gehört?

Aus eben dieser Quelle sind die Namen geschöpft, womit ich die Nomenclatur der Mineralogie vermehrt habe. Verschiedene Gründe haben mich dazu genöthiget, und besonders ward es in zwei Fällen unvermeidlich, neue Benennungen zusammen zu setzen. Wenn nämlich entweder von einer bis dahin unbe-

z) Auf diesem Wege läfst sich auch allmählig eine für alle kultivirte Nationen allgemein gültige wissenschaftliche Nomenclatur bilden, wodurch das Studium der Mineralogie in der Folge seht erleichtert werden wird. *K.*

kannten Gattung die Rede war, oder wenn man mehrere verschiedene Gattungen mit einander vermengt hatte. Im letzteren Falle liefs ich gewöhnlich einer von den Gattungen den Namen, welchen sie gemeinschaftlich geführt hatten, und bezeichnete die übrigen durch besondere Benennungen.

In dem Auszuge, welcher von diesem Lehrbuche erschienen ist *a*), hatte ich mich fast auf diese absolut nothwendigen Veränderungen beschränkt, und aufserdem alle schon einmal jedem Minerale angehörigen Namen, so unschicklich sie auch seyn mochten, stehen gelassen. Seitdem hat man mich aber darauf aufmerksam gemacht, dafs es gut seyn würde, auch mit mehreren Namen, welche ich geschont hatte, eine gleiche Reform vorzunehmen, wie beim Leucit und Leucolith, wovon der eine einen weifsen Körper und der andere einen weifsen Stein bedeutet, dem Smaragdit, welches beinahe ein Synonym von Smaragd ist, dem Oisanit, Andreolith, Thallit und einigen andern von Lokalumständen und Farben hergenommenen Namen geschehen war. Man fand dieselben in doppelter Rücksicht fehlerhaft, theils wegen ihrer Unschicklichkeit, wenn man sie für sich betrachtet, theils wegen der Eintönigkeit ihrer Endigungen, wenn man sie zusammenhält. Ueberdem waren ihrer nicht gar viele, und sie fanden sich blofs in sehr neuen Werken. Mit einem Worte, man glaubte,

a) Er befindet sich im Journal des Mines, No. 28 — 31.
K.

dafs das Interesse der Wissenschaft, welches die ersten Veränderungen verursacht hatte, auch die noch verlangte, welche man mir vorschlug. Ich blieb nicht länger unentschieden, sobald ich mich durch Gelehrte unterstützt fand, deren Gründe mir entscheidend schienen, und deren blofse Autorität Gründen gleich kommt; und ich fühle mich um so viel mehr bewogen, hier die Beweggründe darzulegen, denen ich nachgegeben habe, da es mir unangenehm seyn würde, wenn man mich beschuldigte, ich hätte mich von Neuerungssucht fortreifsen lassen. Ich mache in aller Rücksicht einen grofsen Unterschied zwischen dem Schaffen neuer Namen und dem Vortrag neuer Sachen. Das eine ist der Erfolg einer blofs technischen Arbeit, welche nur das Wörterbuch der Wissenschaft betrifft; das andere setzt Ansichten voraus, welche dahin abzwecken, das Gebäude derselben zu vergröfsern. Eine bis dahin unbekannte Wahrheit wird sogleich angenommen, weil sie auf dem Wege der Ueberzeugung sich den Gemüthern aufdringt. Aber die Neuheit der Wörter, welche das Ohr zum erstenmal afficiren, verbreitet allein schon eine Art von Abneigung über sie; wer sie vorschlägt, scheint aus Autorität handeln zu wollen; man verwirft sie ohne Nachdenken und ohne Untersuchung, oder man tadelt sie, wenn man auch den Nutzen einer Abänderung überhaupt vollkommen zugiebt. Aber die Naturforscher, welche nach reiflichem Nachdenken darüber, einen so beschwerlichen, so verdriefslichen und für die Bemühungen, welche er gekostet hat, so wenig entschädigenden Versuch unternehmen,

müssen hier blofs auf die Wissenschaft sehen, nichts wünschen, als den Vorzug, ihr nützlich seyn zu können, und nichts fürchten, als den Vorwurf, nicht gewagt zu haben, alles das zu thun, was das Interesse der Wissenschaft ihnen befahl.

Uebrigens werden diejenigen, welche noch Vorliebe für die unterdrückten Benennungen besitzen, die letzteren neben denen wiederfinden, welche ich an ihre Stelle gesetzt habe; und sie können immer fortfahren, sich jener zu bedienen. Allein ich hoffe, dafs die Anfänger, wenn sie die einen mit den andern vergleichen, mir es Dank wissen werden, dafs ich ihrem, so zu sagen, noch unangefüllten Gedächtnifs Namen darbiete, welche gemacht sind, ihren Geist aufzuklären. Ich habe Sorge getragen, bei diesen Namen ihre Etymologien beizufügen, und ich habe es eben so mit allen übrigen, sowohl neuen als alten gemacht, woher auch ihr Ursprung kommen mochte, wenn es mir nur möglich war, ihn aufzufinden.

Von der Nomenclatur der Krystalle.

Wenn die Sprache der Mineralogie so lange Zeit wegen der schlechten Wahl der Gattungsnamen mangelhaft war, so liefs der fast gänzliche Mangel an Benennungen für die Varietäten der Krystallisation in ihr eine Lücke, welche eine nicht geringere Inconvenienz mit sich führte. Ausnahmen fanden nur für eine kleine Anzahl dieser Varietäten statt, deren Formen so einfach waren, dafs sie, wie von selbst, die Epitheta ku-

bisch, octaëdrisch, dodecaëdrisch u. s. w., welche zu den Gattungsnamen hinzugefügt werden mufsten, an die Hand gaben. Man bezeichnete die zusammengesetzteren Formen durch Definitionen, deren Länge gewissermaafsen mit der Anzahl der Flächen in Verhältnifs stand; oder wenn man diese Definitionen abzukürzen suchte, indem man sie von einer Aehnlichkeit zwischen dem Krystall und einem Gegenstand des gemeinen Lebens herleitete *b*), so geschah dies mit so wenig Grund, dafs man zur Ehre der Vergleichung hätte wünschen müssen, dafs der Gegenstand weniger bekannt gewesen wäre.

Ueberzeugt von der Nothwendigkeit, auch in diesen, bis dahin so vernachläfsigten Theil der mineralogischen Sprache Präcision zu bringen, versuchte ich, die krystallinischen Formen durch einfache und bezeichnende Namen auszudrücken, welche aus den Charakteren dieser Formen oder aus den Eigenschaften geschöpft wären, die von ihrer Struktur und den Decreszenzgesetzen entspringen, durch welche sie erzeugt werden. Ich werde hier die Reihe dieser Namen nach einer raisonnirenden Methode vorlegen. Ich hoffe, dafs diejenigen, welche so gefällig sind, sie mit Aufmerksamkeit zu durchlaufen, darin eine Unterstützung finden werden, diese Namen dem Gedächtnifs einzu-

b) Beispiele davon sind: Zwecken - Drusen (*spath calcaire à tête de clou*), Schweinszähne (nach dem Französischen, *à dent de cochon*), Hundszähne (nach dem Englischen).

prägen, wenn man sie nach den Rücksichten mit einander verbindet, welche sich leicht im Verstande ordnen lassen. Sie werden dabei sehen, daſs durch eine Art von Sprach-Oekonomie, welche besonders in Fällen, die einander ähnlich sind, sehr nützlich ist, derselbe Name oft auf Varietäten, welche aus verschiedenen Gattungen genommen sind, Anwendung findet. Es ist auf der andern Seite wohl wahr, daſs der Name, welcher diese oder jene Varietät zu bezeichnen dient, auch auf eine andere Varietät derselben Gattung passen könnte. Ich nenne z. B. eine Form binär, welche von einer Decreszenz um zwei Reihen entspringt; wenn ich nun aber annehme, daſs diese Decreszenz an den Kanten geschieht, so ist es möglich, daſs eine andere Varietät derselben Substanz von einer Decreszenz herrühre, die um zwei Reihen an den Ecken vor sich geht. Dann aber wird das System dieser Varietät einen andern von einer andern Rücksicht entlehnten Namen geben. Die Inconvenienz, wovon wir hier sprechen, ist allen Nomenclaturen gemein, und scheint unvermeidlich zu seyn. So heiſst eine Pflanze in der Botanik *crassifolia* (dickblättrig) oder *rotundifolia* (rundblättrig), indeſs eine andere Pflanze derselben Gattung den Charakter mit der ersteren gemein hat, welcher diese zu bezeichnen dient. Das Wesentliche besteht darin, daſs das System reich genug sey, um wenigstens alle bekannten Bedürfnisse der Wissenschaft zu befriedigen. Ich hoffe sogar, daſs mit Hülfe der Arbeit, die ich ausgeführt habe, ein groſser Theil der Formen, die man in der Folge auffinden wird, schon

im voraus benannt seyn werden; und was diejenigen betrifft, welche neue Namen nöthig machen werden, so wird man wenigstens eine Methode haben, sie zu benennen. In allen Arten von Untersuchungen ist es leichter, weiter vorwärts zu gehen, wenn die Bahn einmal gebrochen ist.

Grundsätze der Nomenclatur.

Die Kerngestalt einer jeden Substanz wird stets durch das Wort primitiv bezeichnet und dem Namen der Gattung beigefügt. Beispiele: primitiver Zirkon, primitiver kohlengesäuerter Kalk, primitiver Schwefelkies u. s. w.

Man kann die sekundären Formen betrachten:

1) in Rücksicht auf die Abänderungen der Kerngestalt, welche sie zeigen, wenn die Flächen der letzteren sich mit denen verbinden, die aus den Gesetzen der Decreszenz entspringen.

2) an sich selbst und als rein geometrische Figuren.

3) in Bezug auf gewisse wegen ihrer Zusammensetzung oder wegen ihrer Stellung merkwürdige Flächen oder Kanten.

4) in Rücksicht auf die Gesetze der Decreszenz, von welchen sie abhängen.

5) in Rücksicht auf die geometrischen Eigenschaften, welche sie zeigen.

6) endlich in Rücksicht auf gewisse besondere zufällige Umstände.

1. Sekundäre Formen, betrachtet in Rücksicht auf die bei ihnen vorkommenden Abänderungen von der Kerngestalt.

Man nennt den Krystall:

a. Pyramidalisirt c) (*pyramidé*), wenn die Grundgestalt ein Prisma ist, und auf jeder ihrer Endflächen eine Pyramide trägt, welche eben so viel Flächen, als das Prisma Seitenflächen hat. Zum Beispiel: pyramidalisirter phosphorgesäuerter Kalk.

b. Prismatisirt (*prismé*), wenn die Grundgestalt aus zwei mit ihren Grundflächen vereinigten Pyramiden besteht, und diese Pyramiden durch ein Prisma getrennt werden. Beispiele: prismatisirter Zirkon, prismatisirter Quarz.

Halbprismatisirt (*semi-prismé*), wenn nur die Hälfte der um die gemeinschaftliche Basis herumliegenden Kanten durch Seitenflächen verdrängt ist. Zum Beispiel: halbprismatisirtes schwefelgesäuertes Blei.

c. Basisirt (*basé*), wenn die Kerngestalt ein Rhomboëder oder eine Verbindung zweier Pyramiden ist, und sich statt der Endspitzen Flächen zeigen, welche auf der Axe senkrecht stehen, und die Stelle

c) Ich werde weiter unten bei dem systematischen Theile dieses Lehrbuchs die Krystallisationen nach der Wernerschen Methode jedesmal in den Anmerkungen beschreiben, damit der Leser in den Stand gesetzt werde, beide, sowol in der Abfassung als in den Ausdrücken, mit einander zu vergleichen. *K.*

von Endflächen vertreten. Beispiele: basisirter kohlengesäuerter Kalk, basisirter Schwefel.

d. Enteckt (*épointé*), wenn alle Ecken der Kerngestalt durch einfache Flächen verdrängt sind. Zum Beispiel: enteckter Mesotyp.

Man wird auch sagen: doppeltenteckt, dreifachenteckt, vierfachenteckt (*bisépointé*, *triépointé*, *quadriépointé*), je nachdem jede Ecke durch zwei, drei oder vier Flächen verdrängt ist. Beispiele: dreifachenteckter Analcim, vierfachenteckter Schwefelkies.

e. Entkantet (*émarginé*), wenn alle Kanten der Kerngestalt jede durch eine Fläche abgestumpft ist. Zum Beispiel: entkanteter Granat.

Man wird gleichfalls doppeltentkantet, dreifachentkantet (*bisémarginé*, *triémarginé*) sagen, je nachdem jede Kante durch zwei oder drei Facetten verdrängt seyn wird. Zum Beispiel: dreifachentkanteter Granat.

f. Hexaëdrisirt, octaëdrisirt, decaëdrisirt, dodecaëdrisirt (*péri-hexaèdre*, *peri-octaèdre*, *péri-décaèdre*, *péri-dodécaèdre*), wenn die Kerngestalt ein vierseitiges Prisma war, und sich durch die Wirkung der Decreszenz in ein sechsseitiges, achtseitiges, zehnseitiges oder zwölfseitiges Prisma verwandelt. Man nennt auch einen Krystall dodecaëdrisirt, wo der Kern ein reguläres sechsseitiges Prisma ist, dessen sechs Seitenkanten durch eben so viel Flächen abgestumpft sind. Beispiele: hexaëdrisirter, desgleichen octaë-

drisirter, desgleichen decaëdrisirter Kupfervitriol; dodecaëdrisirter Smaragd *d*).

g. Gekürzt (*raccourci*), wenn die Kerngestalt ein Prisma ist, dessen Grundflächen Rhomben sind, und die Seitenkanten, welche an der groſsen Diagonale anliegen, durch zwei Flächen verdrängt sind, welche veranlassen, daſs die Kerngestalt in der Richtung der Länge verkürzt zu seyn scheint. Zum Beispiel: gekürzter schwefelgesäuerter Baryt.

h. Geengt (*rétréci*), wenn die Kerngestalt ein eben solches Prisma mit Rhomben-Grundflächen ist, und die an der kleinen Diagonale anliegenden Seitenkanten durch zwei Flächen verdrängt sind, so daſs sie in der Richtung der Breite geschmälert zu seyn scheint. Zum Beispiel: geengter schwefelgesäuerter Baryt.

2. Sekundäre Formen, an sich selbst und als rein geometrische Figuren betrachtet.

Man nennt den Krystall:

a. Kubisch (*cubique*), wenn er die Form eines Würfels hat, welche in diesem Falle jederzeit sekundär ist. Zum Beispiel: kubischer fluſsgesäuerter Kalk.

d) Wörtlich genommen würde dieser deutsche Ausdruck nicht ganz richtig seyn, da jeder dieser sekundären Krystalle nicht zwölf, sondern vierzehn Flächen hat, und das wahre Dodecaëder immer nur zwölf. Es ist aber bei der Ableitung vom Prisma deshalb zulässig, weil bei dieser Form die Endflächen nie mitgezählt werden, wenn man vom vierseitigen, sechsseitigen etc. Prisma redet. *K*.

b. Kuboïdisch (*cuboïde*), wenn seine Form ein wenig vom Würfel abweicht. Zum Beispiel: kuboïdischer kohlengesäuerter Kalk.

c. Tetraëdrisch (*tetraèdre*), wenn er die Figur eines regelmäſsigen Tetraëders als sekundäre Form hat. Zum Beispiel: tetraëdrischer geschwefelter Zink.

d. Octaëdrisch (*octaèdre*), wenn er die Figur dieses geometrischen Körpers als sekundäre Form zeigt. Zum Beispiel: octaëdrisches salzgesäuertes Natrum.

e. Prismatisch (*prismatique*), wenn er die Gestalt eines geraden oder schiefen Prisma's hat, dessen Seitenflächen sich gegen einander unter einem Winkel von 120° neigen. Beispiele: prismatischer kohlengesäuerter Kalk, prismatischer Feldspath.

f. Dodecaëdrisch (*dodécaèdre*), wenn seine Oberfläche aus zwölf dreiseitigen, vierseitigen oder fünfseitigen Flächen besteht, welche entweder alle einander gleich und ähnlich, oder bloſs auf zweierlei Art in ihren Winkeln sich unterscheiden. Beispiele: dodecaëdrischer Quarz, dodecaëdrischer Zirkon, dodecaëdrischer Schwefelkies.

Wenn nicht alle Flächen des Dodecaëders gleich viel Seiten hätten, so wäre es schon hinlänglich, wenn man es nur in Gedanken durch Abänderung seiner Dimensionen auf diese Form zurückführen könnte.

g. Icosaëdrisch (*icosaèdre*), wenn seine Oberfläche aus zwanzig Dreiecken besteht, von denen zwölf

gleichschenkelig und acht gleichseitig sind. Zum Beispiel: icosaëdrischer Schwefelkies.

h. Trapezoïdal (*trapézoïdal*), wenn seine Oberfläche aus vier und zwanzig gleichen und ähnlichen Trapezoïden zusammengesetzt ist. Zum Beispiel: trapezoïdaler Granat.

i. Triakontaëdrisch (*triacontaèdre*), wenn seine Oberfläche aus dreifsig Rhomben besteht. Zum Beispiel: triakontaëdrischer Schwefelkies.

k. Enneakontaëdrisch (*ennéacontaèdre*), wenn seine Oberfläche aus neunzig Flächen zusammengesetzt ist. Zum Beisp.: enneakontaëdrischer Idokras.

l. Birhomboïdal (*birhomboïdal*), wenn seine Oberfläche aus zwölf Flächen zusammengesetzt ist, welche, wenn man sie zu sechs und sechs nimmt, und in Gedanken verlängert, bis sie sich schneiden, zwei verschiedene Rhomboëder geben würden. Zum Beispiel: birhomboïdaler kohlengesäuerter Kalk.

Man wird auch trirhomboïdal in dem nehmlichen Sinne sagen. Zum Beispiel: trirhomboidaler kohlengesäuerter Kalk.

m. Dimorphisch, trimorphisch (*biforme, triforme*), wenn er eine Verbindung von zwei oder drei merkwürdigen Formen, wie des Kubus, des Rhomboëders, des Octaëders, des regulären sechsseitigen Prisma's u. s. w. enthält. Zum Beispiel: trimorphische schwefelgesäuerte Thonerde.

n. Kubo-octaëdrisch, kubo-dodecaëdrisch, kubo-tetraëdrisch (*cubo-octaèdre, cubo-dodécaèdre, cubo-tétraèdre*) u. s. w., wenn er eine

Verbindung

Verbindung der beiden durch diese Ausdrücke angezeigten Figuren enthält. Beispiele: kubo-octaëdrischer flufsgesäuerter Kalk, kubo-tetraëdrisches Graukupfer.

o. Trapezisch (*trapézien*), wenn seine Lateral-Oberfläche aus Trapezien besteht, welche in zwei Reihen zwischen beiden Grundflächen liegen. Zum Beispiel: trapezischer schwefelgesäuerter Baryt.

p. Ditetraëdrisch (*ditétraèdre*), d. h. zweimal tetraëdrisch, wenn seine Form die eines vierseitigen Prisma's, an beiden Enden mit zwei Zuschärfungsflächen, ist. Zum Beispiel: ditetraëdrischer Grammatit.

q. Dihexaëdrisch (*dihexaèdre*), wenn er ein sechsseitiges Prisma, an den Enden mit drei Flächen versehen, ist. Zum Beispiel: dihexaëdrischer Feldspath.

Man sagt in dem nehmlichen Sinne dioctaëdrisch, didecaëdrisch, didodecaëdrisch (*dioctaèdre*, *didécaèdre*, *didodécaèdre*). Beispiele: dioctaëdrischer Topas, didecaëdrischer Feldspath, didodecaëdrischer phosphorgesäuerter Kalk.

r. Trihexaëdrisch, tetrahexaëdrisch, penthexaëdrisch, hepthexaëdrisch (*trihexaèdre*, *tetrahexaèdre*, *pentahexaèdre*, *eptahexaèdre*), wenn seine Oberfläche aus drei, vier, fünf, sieben Reihen von Flächen, die zu sechs und sechs über einander liegen, zusammengesetzt ist. Beispiele: trihexaëdrisches salpetergesäuertes Kali, penthexaëdrischer

Quarz, hepthexaëdrisches salpetergesäuertes Kali.

In dem nehmlichen Sinne wird man auch sagen: tridodecaëdrisch (*tridodecaèdre*), z. Beisp.: tridodecaëdrisches geschwefeltes Spiesglanz-Silber; trioctaëdrisch (*trioctaèdre*), z. Beisp.: trioctaëdrisches schwefelgesäuertes Blei.

s. Doppeltpaarig (*bigeminé*), wenn er vier mit einander vereinigte Formen darstellt, welche, zwei und zwei genommen, von derselben Art sind. Zum Beisp.: doppeltpaariger kohlengesäuerter Kalk.

t. Amphihexaëdrisch (*amphihexaèdre*) d. h. hexaëdrisch nach zwei Richtungen, wenn sich zwei sechsseitige Umrisse dadurch ergeben, daſs man die Flächen des Krystalls nach zwei verschiedenen Richtungen betrachtet. Zum Beispiel: amphihexaëdrischer Axinit.

u. Sexdecimal (*sexdécimal*), wenn sechs zu dem Prisma oder dem mittleren Theile gehörige Flächen mit zehn zu den beiden Endspitzen gehörigen Flächen, oder umgekehrt, vereinigt vorkommen. Zum Beispiel: sexdecimaler Feldspath.

In dem nehmlichen Sinn sagt man auch octodecimal, z. Beisp.: octodecimaler Feldspath; sexduodecimal, z. Beisp.: sexduodecimaler kohlengesäuerter Kalk; octoduodecimal, z. Beisp.: octoduodecimales schwefelgesäuertes Kupfer; deciduodecimal, z. Beispiel: deciduodecimaler Feldspath.

x. Peripolygonisch (*péripolgone*), wenn das

Prisma eine große Anzahl von Seitenflächen hat. Zum Beispiel: peripolygonischer Turmalin.

y. Polysynthetisch (*surcomposé*), wenn die Form sehr zusammengesetzt ist. Zum Beispiel: polysynthetischer Turmalin.

z. Antienneaëdrisch (*antiennéaèdre*), d. h. ein Krystall, welcher neun Flächen auf zwei entgegengesetzten Seiten hat. Ein Name, der einer Varietät des Turmalins eigenthümlich angehört, wo die beiden Endspitzen neunflächig sind, und das Prisma zwölf Seitenflächen hat, statt daſs im Gegentheil gewöhnlich das Prisma neunseitig ist.

aa. Prosenneaëdrisch (*prosennéaèdre*), d. h. ein Krystall, der neun Flächen auf zwei benachbarten Theilen hat. So heiſst eine andre Varietät des Turmalins, worin das Prisma und eine von den beiden Endspitzen jedes neun Flächen hat.

bb. Wiederkehrendflächig (*récurrent*), wenn man die Flächen des Krystalls nach ringförmigen Reihen von einem Ende zum andern nimmt, und man dann zwei Zahlen, welche mehrmals auf einander folgen, erhält, wie 4, 8, 4, 8, 4. Zum Beispiel: wiederkehrendflächiges oxydirtes Zinn.

cc. Progressionsflächig (*équidifferent*), wenn die Zahlen, welche die der Zahl nach ungleichen Flächen des Prisma's und der beiden Endspitzen bezeichnen, den Anfang von einer arithmetischen Reihe bilden, wie 6, 4, 2. Zum Beispiel: progressionsflächiger Amphibol (basaltische Hornblende).

dd. Convergirendflächig (*convergent*), wenn

im vorigen Falle die Reihe stark convergirt, wie 15, 9, 3. Zum Beispiel: convergirendflächiger Turmalin.

ee. Ungradflächig (*impair*), wenn die einander ungleichen Zahlen, welche die Seitenflächen des Prisma's und die der beiden Endspitzen angeben, alle drei ungrad sind, ohne übrigens eine Progression zu machen. Zum Beisp.: ungradflächiger Turmalin.

ff. Auſserordentlichscharf (*hypéroxyde*), übermäſsigscharf, heiſst es von einer Varietät des kohlengesäuerten Kalkes, welche aus zwei Rhomboëdern besteht, davon das eine spitz, und zwar das winkelvertauschte Rhomboëder, ist, und das andere noch ohne Vergleich weit spitzer.

gg. Sphäroidisch (*sphéroïdal*) kennt man den mit acht und vierzig kugelförmigen Flächen umschlossenen Diamant-Krystall.

hh. Planconvex (*plan-convexe*) heiſst der Diamant, von dessen Flächen einige eben, die anderen krummlinigt sind.

3. Sekundäre Formen, in Rücksicht auf gewisse durch ihre Zusammenfügung oder durch ihre Stellungen merkwürdige Flächen oder Kanten betrachtet.

Der Krystall heiſst:

a. Wechselndgleichflächig (*alterne*), alternirend, wenn er an seinem oberen und unteren Theile Flächen hat, welche unter einander abwechseln, aber

auf beiden Seiten mit einander correspondiren. Zum Beispiel: wechselndgleichflächiger Quarz.

Doppeltwechselndgleichflächig (*bisalterne*), bisalternirend, wenn im vorigen Fall die Abwechselung nicht bloſs unter den Flächen eines und desselben Theiles, sondern auch beider Theile unter einander statt findet. Beispiele: bisalternirender kohlengesäuerter Kalk, bisalternirender Quarz.

Vierfachwechselndgleichflächig (*bibisalterne*), vierfachalternirend, wenn auf beiden Seiten zwei Reihen von bisalternirenden Flächen vorhanden sind. Zum Beispiel: vierfachalternirendes geschwefeltes Quecksilber.

b. Ringfacettirt (*annulaire*), wenn ein sechsseitiges Prisma sechs um jede Grundfläche ringförmig herum an den Stellen der Endkanten liegende Facetten hat. Zum Beispiel: ringfacettirter Smaragd.

Man wird ein achtseitiges Prisma eben so nennen, welches acht Endkanten-Facetten um die Grundflächen herumliegen hat. Zum Beispiel: ringfacettirtes oxydirtes Zinn.

c. Monostisch (*monostique*), wenn ein Prisma von einer beliebigen Anzahl Seitenflächen auf dem Umkreis einer jeden Grundfläche eine Reihe Facetten hat, deren Zahl von der Zahl der Seitenflächen verschieden ist, und welche entweder alle auf den Endkanten, oder theils auf den Kanten theils auf den Ecken aufgesetzt seyn können. Zum Beispiel: monostischer Topas.

Distisch (*distique*), wenn in demselben Falle

q. Ueberzähligfacettirt (*surabondante*) heiſst eine andere Varietät des boraxgesäuerten Talkes, wo an die Stelle jeder der Ecken, welche in der unvollständigfacettirten Varietät unversehrt geblieben waren, vier Facetten getreten sind, so daſs nun Ueberfluſs da ist, wo es vorher fehlte.

4. Sekundäre Formen, in Rücksicht auf die Gesetze der Decreszenz betrachtet, von denen sie herstammen.

Der Krystall heiſst:

a. Unitär (*unitaire*), wenn er nur eine einzige Decreszenz um eine Reihe erleidet. Zum Beispiel: unitärer Telesin. Sind zwei, drei, vier einreihige Decreszenzen vorhanden, so wird man bisunitär, triunitär, quadriunitär sagen. Beispiele: triunitärer Peridot, bisunitärer kohlengesäuerter Kalk.

b. Binär, bibinär, tribinär (*binaire*, *bibinaire*, *tribinaire*) u. s. w. in dem Falle, wo eine, zwei, drei Decreszenzen um zwei Reihen vorhanden sind. Beispiele: binärer Eisenglanz, bibinärer Feldspath.

c. Ternär, biternär (*ternaire*, *biternaire*) u. s. w. in dem Falle, wo ein, zwei u. s. f. dreireihige Decreszenzen statt finden.

d. Unibinär (*unibinaire*), wenn zwei Decreszenzen, eine um eine, die andre um zwei Reihen, statt finden; uniternär, wenn die eine eine Reihe, die

andere drei Reihen; binoternär, wenn die eine zwei Reihen, die andre drei Reihen beträgt u. s. w. Beispiele: uniternärer, binoternärer kohlengesäuerter Kalk.

In allen vorherigen sowohl als den folgenden Ausdrücken nimmt die Nomenclatur auf die Flächen, welche denen des Kerns parallel liegen, keine Rücksicht, wie sie sehr häufig bei dem sekundären Krystall vorkommen. Unter den Formen, wo der Kern gänzlich versteckt ist, haben einige Namen, welche von andern Rücksichten abgeleitet sind, und der übrigen sind so wenig, dafs ich es für unnütz hielt, die Sprache dadurch verwickelter zu machen, dafs ich für sie eine besondere Bezeichnung anwendete.

Um die Verwechselung der Worte, welche die Decreszenzen bezeichnen, mit denen, welche die Anzahl der Flächen anzeigen, zu vermeiden, kann man bemerken, dafs die letzteren sich auf edrisch, wie dodecaëdrisch, oder auf al, wie octodecagonal, die andern sich hingegen auf är endigen.

e. Aequivalent (*équivalent*), wenn der Exponent, welcher eine Decreszenz ausdrückt, der Summe der Exponenten der übrigen Decreszenzen gleich ist. Zum Beispiel: äquivalenter Eisenvitriol.

f. Subtraktiv (*soustractif*), wenn der Exponent, welcher sich auf eine Decreszenz bezieht, um Eins geringer ist als die Summe der Exponenten der übrigen. Zum Beispiel: subtraktiver Pyroxen.

g. Additiv (*additif*), wenn der Exponent der einen Decreszenz um Eins gröfser ist als die Summe

q. Ueberzähligfacettirt (*surabondante*) heifst eine andere Varietät des boraxgesäuerten Talkes, wo an die Stelle jeder der Ecken, welche in der unvollständigfacettirten Varietät unversehrt geblieben waren, vier Facetten getreten sind, so dafs nun Ueberflufs da ist, wo es vorher fehlte.

4. Sekundäre Formen, in Rücksicht auf die Gesetze der Decreszenz betrachtet, von denen sie herstammen.

Der Krystall heifst:

a. Unitär (*unitaire*), wenn er nur eine einzige Decreszenz um eine Reihe erleidet. Zum Beispiel: unitärer Telesin. Sind zwei, drei, vier einreihige Decreszenzen vorhanden, so wird man bisunitär, triunitär, quadriunitär sagen. Beispiele: triunitärer Peridot, bisunitärer kohlengesäuerter Kalk.

b. Binär, bibinär, tribinär (*binaire*, *bibinaire*, *tribinaire*) u. s. w. in dem Falle, wo eine, zwei, drei Decreszenzen um zwei Reihen vorhanden sind. Beispiele: binärer Eisenglanz, bibinärer Feldspath.

c. Ternär, biternär (*ternaire*, *biternaire*) u. s. w. in dem Falle, wo ein, zwei u. s. f. dreireihige Decreszenzen statt finden.

d. Unibinär (*unibinaire*), wenn zwei Decreszenzen, eine um eine, die andre um zwei Reihen, statt finden; uniternär, wenn die eine eine Reihe, die

andere drei Reihen; binoternär, wenn die eine zwei Reihen, die andre drei Reihen beträgt u. s. w. Beispiele: uniternärer, binoternärer kohlengesäuerter Kalk.

In allen vorherigen sowohl als den folgenden Ausdrücken nimmt die Nomenclatur auf die Flächen, welche denen des Kerns parallel liegen, keine Rücksicht, wie sie sehr häufig bei dem sekundären Krystall vorkommen. Unter den Formen, wo der Kern gänzlich versteckt ist, haben einige Namen, welche von andern Rücksichten abgeleitet sind, und der übrigen sind so wenig, daſs ich es für unnütz hielt, die Sprache dadurch verwickelter zu machen, daſs ich für sie eine besondere Bezeichnung anwendete.

Um die Verwechselung der Worte, welche die Decreszenzen bezeichnen, mit denen, welche die Anzahl der Flächen anzeigen, zu vermeiden, kann man bemerken, daſs die letzteren sich auf edrisch, wie dodecaëdrisch, oder auf al, wie octodecagonal, die andern sich hingegen auf är endigen.

e. Aequivalent (*équivalent*), wenn der Exponent, welcher eine Decreszenz ausdrückt, der Summe der Exponenten der übrigen Decreszenzen gleich ist. Zum Beispiel: äquivalenter Eisenvitriol.

f. Subtraktiv (*soustractif*), wenn der Exponent, welcher sich auf eine Decreszenz bezieht, um Eins geringer ist als die Summe der Exponenten der übrigen. Zum Beispiel: subtraktiver Pyroxen.

g. Additiv (*additif*), wenn der Exponent der einen Decreszenz um Eins gröſser ist als die Summe

der Exponenten der übrigen. Zum Beispiel: additiver Kupfervitriol.

h. Progressiv (*progressiv*), wenn die Exponenten den Anfang einer arithmetischen Reihe bilden, wie 1, 2, 3. Zum Beispiel. progressiver Turmalin.

i. Disjunktiv (*disjoint*), wenn die Decreszenzen einen schnellen Sprung machen, wie von 1 zu 4 oder 6. Zum Beispiel: disjunktives geschwefeltes Spiesglanz-Silber.

k. Partiell (*partiel*), wenn ein Theil ohne Decreszenzen bleibt, indeſs die andern eben so liegenden Theile dergleichen erleiden. Zum Beispiel: partiell geschwefelter Kobalt.

l. Halbduplirt (*soudouble*), wenn der Exponent, der auf die eine Decreszenz geht, die Hälfte der Summe der übrigen Exponenten beträgt. Zum Beispiel: halbduplirter Topas.

In dem nehmlichen Sinne wird man dritteldu-plirt, vierteldupiirt (*soutriple*, *souquadruple*) u. s. w. sagen. Zum Beispiel: dritteldupirender Kupfervitriol.

Die drei Exponenten, welche zusammen eine mittlere Decreszenz ausdrücken, gelten nur für eine einzige, welche ihrer Summe gleich ist.

m. Duplirend, triplirend, quadruplirend (*doublant*, *triplant*, *quadruplant*), wenn ein Exponent zwei, drei oder viermal in einer Reihe wiederkommt, welche auſserdem regelmäſsig seyn würde. Beispiele: duplirender, quadruplirender Peridot.

n. Identisch (*identique*), wenn die Exponenten

von zwei einfachen Decreszenzen gleich sind den Gliedern des Bruchs, welcher eine dritte, und zwar gemischte Decreszenz ausdrückt. Zum Beispiel: identisches Graukupfererz.

o. Isonomisch (*isonome*, d. i. wo Gleichheit der Gesetze herrscht), wenn die Exponenten, welche die Decrenzenzen an den Kanten anzeigen, einander gleich sind, und die, welche die Decreszenzen an den Ecken ausdrücken, es ebenfalls sind. Zum Beisp.: isonomischer Kupfervitriol.

p. Gemischt (*mixte*), wenn die Form durch eine einzige gemischte Decreszenz entspringt. Zum Beispiel: Gemischter Telesin.

q. Gesammtdecrescirend (*pantogène*, d. i. eine Form, die ihren Ursprung von allen Theilen des Krystalls nimmt), wenn jede Kante und jede Ecke eine Decreszenz erleidet. Zum Beispiel: gesammtdecrescirender schwefelgesäuerter Baryt.

r. Gesammtdoppeldecrescirend (*bifère*, d. i. zweimal tragend), wenn jede Kante und jede Ecke zwei Decreszenzen erleidet. Zum Beispiel: gesammtdoppeldecrescirendes Graukupfererz.

s. Ringsumdecreszirend (*entouré*), wenn die Decreszenzen auf allen Kanten und Ecken um die Grundfläche eines prismatischen Kerns herum statt finden. Zum Beispiel: ringsumdecreszirender schwefelgesäuerter Baryt.

t. Gegendecreszirend (*opposite*), wenn die eine Decreszenz eine Reihe beträgt, und die andere

eine mittlere ist. Zum Beispiel: gegendecreszirendes oxydirtes Zinn.

u. Synoptisch (*synoptique*), wenn die Desreszenzgesetze des Krystalls gleichsam eine Tabelle für diejenigen sind, welche bei allen übrigen Krystallen der nehmlichen Gattung, oder wenigstens bei dem gröſsten Theile derselben, vorkommen. Zum Beispiel: synoptischer Feldspath.

x. Rückwärtsgezogen (*rétrograde*), heiſst eine Varietät des kohlengesäuerten Kalkes, deren Formel zwei gemischte Decreszenzen enthält, welche von der Art sind, daſs die daraus entspringenden Flächen rückwärts gedrängt zu werden scheinen, indem sie sich hinterwärts gleichsam über die Axe zurückwerfen, welche der entgegengesetzt ist, gegen die die Fläche, worauf sie entstanden, gekehrt ist.

y. Ascendirend (*ascendant*), wenn alle Decreszenzgesetze einen aufwärts steigenden Gang nehmen, indem sie von den mittleren Ecken oder Kanten eines rhomboëdrischen Kerns ausgehen. Zum Beispiel: ascendirender kohlengesäuerter Kalk.

5. Sekundäre Formen, in Bezug auf die geometrischen Eigenschaften betrachtet, welche sie besitzen.

Der Krystall heiſst:

a. Gleichwinkelig (*isogone*), wenn die Flächen, welche sich auf verschieden gelegenen Theilen be-

finden, unter sich gleiche Winkel bilden. Zum Beispiel: gleichwinkeliger Cymophan.

b. Kernverkehrt (*anamorphique*, d. i. verkehrte Gestalt), wenn man ihm die natürlichste Lage nicht geben kann, ohne daſs die Lage des Kerns gleichsam umgedreht wäre. Zum Beispiel: kernverkehrter Stilbit.

c. Verstecktrhombisch (*rhombifère*), wenn gewisse Flächen wahre Rhomben sind, wiewohl sie nach der Art, wie sie durch die benachbarten Flächen geschnitten werden, auf den ersten Anblik keine symmetrische Figur zu haben scheinen. Zum Beispiel: verstecktrhombischer Quarz.

d. Gleichaxig (*équiaxe*), wenn der Krystall die Form eines Rhomboëders hat, dessen Axe der Axe des primitiven Rhomboëders gleich ist. Zum Beispiel: gleichaxiger kohlengesäuerter Kalk.

e. Winkelvertauscht (*inverse*), wenn er die Form eines Rhomboëders hat, dessen körperliche Winkel den Flächenwinkeln des primitiven Rhomboëders gleich sind, und umgekehrt. Zum Beispiel: winkelvertauschter kohlengesäuerter Kalk.

f. Winkelübertragen (*métastatique*, d. h. versetzt), wenn er Flächenwinkel und körperliche Ecken hat, welche denen des Kerns gleich sind, die sich auf diese Art auf die sekundäre Form übergetragen finden. Zum Beispiel: winkelübertragener kohlengesäuerter Kalk.

g. Kontrastirend (*contrastant*), wenn er die Form eines sehr spitzen Rhomboëders hat, bei welchem

eine Vertauschung der Winkel, welche der ähnlich ist, die bei dem winkelvertauschten (v. Litt. *e*) statt hat, eine Art von Kontrast macht, indem sie auf der andern Seite für ein sehr stumpfes Rhomboëder gilt. Zum Beispiel: kontrastirender kohlengesäuerter Kalk.

h. Winkelbeständig (*persistant*) heifst eine Varietät des kohlengesäuerten Kalkes, bei welcher gewisse Flächen durch die benachbarten Flächen so durchschnitten vorkommen, dafs ihre Winkel dieselbe Gröfse behalten, welche sie aufserdem gehabt haben würden, nur dafs dieselben eine andere Lage gegen einander haben. Zum Beispiel: winkelbeständiger kohlengesäuerter Kalk.

i. Analogievoll (*analogique*), wenn seine Form mehrere merkwürdige Analogieen zeigt. Zum Beispiel: analogievoller kohlengesäuerter Kalk.

k. Trugfügig (*paradoxale*), wenn seine Struktur ganz sonderbare und unerwartete Resultate giebt. Zum Beispiel: trugfügiger kohlengesäuerter Kalk.

l. Verwickeltgefugt (*complexe*), wenn seine Struktur durch ungewöhnliche Gesetze verwickelt ist, wie wenn sie durch theils gemischte, theils mittlere Decreszenzen erzeugt ist. Zum Beispiel: verwickeltgefugter kohlengesäuerter Kalk.

6. Sekundäre Formen, in Rücksicht auf gewisse besondere Umstände betrachtet.

Der Krystall heiſst:

a. Gerückt (*transposé*), wenn er aus zwei Hälften eines Octaëders oder aus zwei Theilen eines andern Krystalls zusammengesetzt ist, von denen der eine auf dem andern um die Gröſse eines Sechstheils des Umfangs umgedreht zu seyn scheint. Beispiele: gerückter Spinell, gerückter geschwefelter Zink (Blende).

b. Hemitropisch, halbgedreht (*hémitrope*, d. i. dessen eine Hälfte umgedreht ist), wenn er aus zwei Hälften eines und desselben Krystalls zusammengesetzt ist, wovon eine umgedreht zu seyn scheint. Zum Beispiel: hemitropischer Feldspath.

c. Rechtwinkligdurchwachsen (*rectangulaire*), ein eigenthümlicher Name, der dem Staurolith, welcher aus zwei Prismen besteht, die sich unter rechten Winkeln kreuzen, gegeben ist.

d. Schiefwinkligdurchwachsen (*obliquangle*), ein, dem aus zwei unter einem Winkel von 60° sich schneidenden Prismen zusammengesetzten Staurolith, gegebener eigenthümlicher Name.

e. Sternförmigdurchwachsen (*sexradiée*), ein eigenthümlicher Name, der dem Staurolith gegeben worden ist, welcher aus drei Prismen zusammengesetzt ist, die sich so schneiden, daſs sie die sechs Radien eines regulären Sechsecks vorstellen.

f. Kreuzförmig (*cruciforme*), ein, dem aus zwei Krystallen, die eine Art von Kreuz bilden, zusammengesetzten Harmotom (Kreuzstein), gegebener eigenthümlicher Name.

g. Abwechselndgestreift (*triglyphe*), wenn man auf drei um eine und dieselbe Ecke herumliegenden Flächen Streifen wahrnimmt, welche in drei Richtungen sich unter rechten Winkeln schneiden. Zum Beispiel: abwechselndgestreifter Schwefelkies.

h. Knieförmig (*géniculé*), wenn er aus zwei Prismen zusammengesetzt ist, welche sich mit einem Ende vereinigen, und eine Art von Knie bilden. Zum Beispiel: knieförmiges oxydirtes Titan.

Man wird bei den Beschreibungen der Gattungen eine kleine Anzahl von Benennungen antreffen, welche wir hier weggelassen haben. Allein ihre Bedeutung wird sich von selbst ergeben, oder schon in einer von den obigen Benennungen liegen.

Von den Kennzeichen der Mineralien.

Unter Kennzeichen eines Minerals versteht man jeden Gegenstand, durch dessen Beobachtung man dasselbe zu erkennen in den Stand gesetzt wird. Wir haben schon im vorigen Abschnitt, als wir von den mineralogischen Systemen handelten, eine Idee von den Kennzeichen, welche gleichsam die Seele dieser Systeme sind, zu geben versucht. Allein es ist nothwendig, daſs wir uns in genauere Details über diesen wichtigen Gegenstand einlassen.

Betrachtet

Betrachtet man die Kennzeichen in Rücksicht auf die verschiedenen Zweige der menschlichen Kenntnisse, welche uns dieselben an die Hand geben, so wird man sie in physische, geometrische und chemische Kennzeichen abtheilen können.

Die physischen Kennzeichen sind diejenigen, deren Beobachtung keine merkliche Veränderung im Zustande der Substanz, welche sie besitzt, veranlaſst, oder in Rücksicht auf welche diese Veränderung doch bloſs eine nothwendige Bedingung ist, um eine Wirkung, welche auſserdem der Physik angehört, zu beobachten. So wird die Phosphorescenz, welche entsteht, wenn man ein gepülvertes Mineral auf glühende Kohlen wirft, eben so gut ein physisches Kennzeichen seyn, ob sie gleich eine Veränderung im Zustande des Minerals bewirkt, als die, welche entsteht, wenn man zwei Stücken Quarz an einander reibt. In solchen Fällen, wo die Physik und die Chemie so nahe zusammenfallen, daſs es schwer halten würde, ihre gegenseitigen Grenzen zu bestimmen, haben wir vorzüglich im Auge gehabt, auf die Analogie der Kennzeichen zu halten, indem wir diejenigen zusammenstellten, welche zu Beobachtungen von gleicher Art führen.

Geometrische Kennzeichen sollte man eigentlich nur die nennen, welche aus der Bestimmung der Kerngestalten und der Gröſse der Winkel, unter welchen die Flächen der Krystalle und die Seiten dieser Flächen zusammenstoſsen, sich herleiten lassen. Wir haben indeſs geglaubt, diesem Kennzeichen eine gröſsere Ausdehnung, als es, im strengen Sinne genommen, bei

sich führt, geben, und alles, was auf die Gestaltung Bezug hat, dazu rechnen zu müssen, z. B. das Bruchansehen, welches bald Convexitäten und Concavitäten bildet, bald Vorsprünge und Rauhigkeiten zeigt u. s. w. Ueberdies betrachten wir, unabhängig von diesem Ansehen, die Richtung, in welcher ein Mineral spaltet, und welche bald longitudinal oder mit der Axe der Krystalle parallel, bald transversal oder auf eben dieser Axe senkrecht ist, welches ebenfalls dahin führt, den Bruch unter die geometrischen Kennzeichen zu bringen. Vielleicht wird man zwar gestehen, daſs es nicht leicht möglich war, dieses Kennzeichen anderswohin zu setzen, aber doch finden, daſs es schicklicher gewesen wäre, das Wort geometrisch in ein anderes zu verändern, welches die von der Gestaltung abhängigen Modifikationen auf eine weniger strenge Art andeutete. Allein dieses Wort paſst so gut neben den Worten physisches und chemisches Kennzeichen, daſs wir es lieber beibehalten, und die Bedeutung erklärt haben, die es in der Sprache der Mineralogie haben muſs.

Die chemischen Kennzeichen sind diejenigen, welche sich nicht anders ergeben, als wenn man ein Mineral zerlegt, oder eine merkliche Veränderung in seiner Natur hervorbringt, oder den Aggregatzustand seiner Moleküls aufhebt. Von der Art sind die Kennzeichen, welche sich von der Einwirkung der Säuren, von dem Schmelzen vorm Löthrohr, mit oder ohne Zusatz, u. s. w. herleiten lassen *e*).

e) Die Leser sind ohne Zweifel mit mir überzeugt, daſs der Unterschied der physischen Kennzeichen von den chemi-

Aus diesen drei Klassen von Kennzeichen zusammengenommen wird der Charakter, den wir den specifischen nennen, gebildet werden, d. i. der, welcher alle in einer und derselben Gattung (*espèce*) begriffene Dinge auszeichnet. Zufolge der Gründe, die wir schon auseinandergesetzt haben, darf man sich davor nicht fürchten, wenn auch die einzelnen Angaben, aus deren Verbindung er hervorgeht, vervielfältigt werden; man erlangt dadurch die Fertigkeit, sie dazu zu benutzen, dafs sie sich gegenseitig bestätigen oder einander ersetzen.

Aber sollte es nicht auch ein übler Umstand seyn, wenn das Gemählde der Kennzeichen eines Minerals so überladen ausfällt, dafs man genöthigt ist, es zu durchlaufen, ohne etwas festhalten zu können, welches eine genaue Kenntnifs von diesem Mineral geben und dem Geiste helfen könnte, es sich gleichsam zusammengedrängt vorzustellen? Um diesem Umstande zu begegnen, habe ich einen Charakter angenommen, den ich wesentlich nenne, und welcher aus der möglichst

mischen weder hier noch in Herrn Werner's Abhandlung von den äufseren Kennzeichen der Fossilien streng wissenschaftlich angegeben ist. Es liegt aber auch nichts daran. Viele Dinge fafst ein Jeder, ohne darüber eine ganz haltbare Erklärung bekommen zu haben. So geht es mit diesen Kennzeichen. Wer einmal in seinem Leben Physik gehört und ein chemisches Lehrbuch angesehen hat, weifs von selbst, was physische und chemische Kennzeichen seyn werden. Da beide Wissenschaften keine genau bestimmte Grenzen haben, so ist auch eine strenge Definition der daraus zu entlehnenden Kennzeichen unmöglich. *K.*

kleinsten Anzahl von denen Merkmalen der Gattung entlehnter einzelner Kennzeichen zusammengesetzt ist, welche diese Gattung vor allen übrigen auszuzeichnen geeignet sind. So besteht der wesentliche Charakter des Telesins darin, daſs er ein specifisches Gewicht von etwa 4 hat, und daſs bei ihm die Trennungsflächen (*joints naturels*) *f*) nur nach einer auf der Axe der Krystalle senkrechten Richtung anzutreffen sind; der wesentliche Charakter des Chabasins besteht darin, daſs er in etwas stumpfe Rhomboëder springt, und leicht vorm Löthrohr schmilzt; der des boraxgesäuerten Talkes darin, daſs die Krystalle dieses Minerals durch die Wärme an acht, zu zwei und zwei einander entgegengesetzten Punkten elektrisch werden; der des geschwefelten Molybdäns ist, daſs er metallische Spuren auf dem Papiere zurückläſst, und dem Harze durch Reiben die Glas-Elektricität mittheilt u. s. w. Die Kennzeichen, welche den Charakter, den ich wesentlich nenne, zusammen ausmachen, lassen sich nicht in allen einzelnen Fällen beobachten. Aber es wird immer wahr seyn, wenn man sagt, daſs sie der Gattung eines Minerals ausschlieſsend zukommen, so daſs die Vorstellung, welche sie erregen, eine treue Darstellung derselben seyn wird.

Das Merkmahl, wovon die Rede ist, wird an die Spitze der Kennzeichen gestellt werden, welche den spe-

f) Die Richtung der natürlichen Trennungsflächen bestimmt man bekanntlich in Deutschland mit Herrn Werner unter dem Ausdruck: Durchgang der Blätter. *K.*

cifischen Charakter ausmachen. Es würde vielleicht zu viel gefordert seyn, wenn man verlangen wollte, dafs dies Merkmahl allemal die Substanz, zu welcher es gehört, nicht allein von allen Substanzen derselben Klasse sondern auch von allen Mineralien überhaupt genau unterscheiden sollte. Ohne Zweifel darf man die Klasse bei Aufstellung des wesentlichen Charakters mit angeben, so dafs jener mit dem Namen derselben die völlige Definition der Substanz, für welche er gewählt worden ist, ausmacht. So wird man den Telesin als eine erdige Substanz definiren können, deren specifisches Gewicht ungefähr 4 beträgt, und die nur vollkommene Trennungsflächen nach einer auf der Axe seiner Krystalle senkrechten Richtung hat. Man wird indefs sehen, dafs bei einer grofsen Menge von Fällen der wesentliche Charakter für sich selbst genommen schon alle von dem Mineral, welches er bezeichnet, verschiedene Mineralien ausschliefst.

Ich kann mir indessen nicht schmeicheln, überall die allerbeste Auswahl der Kennzeichen, welche den wesentlichen Charakter, wie ich ihn nenne, ausmachen, glücklich getroffen zu haben, und man wird sie zuweilen, wenn sie Substanzen betreffen, die wir nur noch aus dem Gröbsten kennen, etwas unbestimmt finden. Die Zeit wird neue Kenntnisse herbeiführen, welche diejenigen Theile des Gemähldes mehr herausheben wird, welche im gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft noch zu schwach hervortreten.

Allein obiges war noch nicht genug, denn es konnte von folgenden beiden Fällen einer eintreten. Entweder

traf der Beobachter, welcher ein Mineral bestimmen wollte, die Gattung, zu welcher dieses Mineral gehörte, geradeswegs richtig, und dann brauchte er nur den wesentlichen und den specifischen Charakter zu Rathe zu ziehen, um sich zu überzeugen, daſs er es wirklich aufgefunden hatte, oder er konnte auch, durch einen falschen Schein getäuscht, zu einer fremden Gattung geführt werden. Um ihn im letzteren Falle auf den rechten Weg zurück zu bringen, haben wir nach dem specifischen Charakter noch einen andern hinzugefügt, welchen wir den distinctiven nennen, und welcher aus den vorzüglichsten Unterschieden zusammengesetzt ist, die ein Mineral von denen, mit welchen man es zu vermengen in Versuchung seyn könnte, abzusondern im Stande sind.

Wir haben auch jeder Klasse eine allgemeine Uebersicht der Substanzen vorangeschickt, welche in ihr enthalten sind, die Kennzeichen, welche zusammen diese Klasse von den übrigen zu unterscheiden dienen können, aufgezählt, jedoch letzteres so einzuschränken gesucht, daſs kein allzu überladenes Bild daraus entstehen durfte. Da unser System auf die Analyse gegründet ist, so ist es gleichsam nur zufällig, daſs gewisse Eintheilungen auf mehrere mit einander zusammenhängende Kennzeichen passen, welche gewöhnlich auf ganz andere Weise variiren, als diejenige ist, der die Verbindung der Bestandtheile unterworfen ist. Untersucht man nach allem diesem die Systeme, worin das meiste Willkührliche herrscht, die nämlich, in welchen die Kennzeichen selbst die Eintheilung der Gegen-

stände herbeigeführt haben, statt ihr zu folgen: so wird man gewahr werden, dafs die allgemeinen Eintheilungen darin oft gar nicht genau und streng gezogen sind. Fast überall überschreiten einige Substanzen die Grenzlinien, zwischen welchen man sie hat einschliefsen wollen. Es kommt allein darauf an, dafs die Gattungen gut bestimmt werden, weil es, wie wir bemerkt haben, bei der nicht beträchtlichen Anzahl derselben, dann weit leichter ist, das System zu studiren, und sich immer gegenwärtig genug zu erhalten, um es erforderlichen Falls schnell anzuwenden. Dies gilt besonders dann, wenn eines Theils der Weg desselben nach festen Grundsätzen gebahnt ist, welche das Gedächtnifs dadurch unterstützen, dafs sie es mit dem Verstande verketten, und wenn andern Theils die Mittel, welche dabei zur Charakteristik der Substanzen angewendet werden, auf interessanten Beobachtungen oder Erfahrungen beruhen, welche bleibende Spuren von dem, was einmal zum Auge gesprochen hat, im Geiste zurücklassen.

Wir haben die Hauptkennzeichen, welche zur Beschreibung eines Minerals dienen können, unter einen einzigen Gesichtspunkt vereinigt, und daraus eine Tabelle gemacht, welche man vorn in dem letzten Hefte der Kupfertafeln finden wird. Wir haben sie nach der systematischen Folge der mannichfaltigen Gattungen von Kenntnissen geordnet, auf welche sie Bezug hat, weil diese Ordnung uns das Auffassen des Ganzen mehr zu begünstigen und es dem Gedächtnifs besser zu vergegenwärtigen schien.

Wir fügen hier eine Reihe von Anmerkungen bei, welche bestimmt sind, eine entwickeltere Vorstellung von gewissen Kennzeichen und von den einzelnen Umständen zu geben, welche sich auf die Art beziehen, wie man diejenigen Kennzeichen untersucht, welche, um in die Sinne zu fallen, Versuche erfordern.

Auf diese Anmerkungen werden mehrere besondere Tabellen folgen, welche die Angabe des specifischen Gewichts der Mineralien zwischen ihren äufsersten Grenzen; ferner ihre Härte, die Aufzählung der Substanzen, welche eine doppelte Strahlenbrechung besitzen, derer, welche durch die Wärme elektrisch werden, derer, welche ein Rhomboëder, ein Octaëder oder einen geometrischen Körper von einer andern Gattung zur Kerngestalt haben u. s. w., enthalten werden. Diese verschiedenen Tabellen werden dem System, besonders für die zweite Klasse, welche ohne Unterabtheilungen geblieben ist, zur Ergänzung dienen; oder sie werden vielmehr für sich eine Art von System bilden, welches den Vorzug haben wird, dafs es die Rücksichten, unter denen man die Mineralien betrachten kann, vervielfältigt.

Anmerkungen zu der allgemeinen Tabelle über die mineralogischen Kennzeichen.

Physische Kennzeichen.

1. Specifisches Gewicht. Denken wir uns eine Reihe von Körpern von verschiedener Natur, aber von gleichem Volumen. Wenn man alle diese Körper

nach einander mit einer gewöhnlichen Wage wiegt, so wird man zur Herstellung des Gleichgewichts mehr oder minder beträchtliche Gewichte anwenden müssen, je nachdem eben diese Körper mehr oder weniger dicht seyn werden. Wir wollen ferner annehmen, man habe einen dieser Körper, z. B. den leichtesten, zum Vergleichungspunkt genommen; man drücke sein Gewicht durch Eins und die Gewichte aller übrigen Körper durch Zahlen aus, welche dieser Einheit proportionirt sind. Man wird auf diese Art die Verhältnisse zwischen den Gewichten der verschiedenen Körper, bei Gleichheit des Volumens, d. i. die specifischen Gewichte dieser Körper erhalten.

Da sich aber die Voraussetzung nicht realisiren läſst, daſs alle Körper, deren specifische Gewichte man sich vornähme zu untersuchen, gleiche Volumina hätten, so muſste man eine andere Methode, zu eben diesem Endzweck zu gelangen, aufsuchen. Man würde dasselbe erreichen, wenn man das Volumen jedes Körpers genau schätzen könnte; denn dann würden sich die Resultate der verschiedenen Abwägungen leicht auf das zurückführen lassen, was sie bei der Voraussetzung der Einheit des Volumens gegeben haben würden. Allein da dieses Mittel in der Ausübung unübersteigliche Hindernisse findet, so hat man es durch ein sinnreiches Verfahren ersetzt, welches darin besteht, daſs man das Verhältniſs zwischen dem Gewicht eines jeden Körpers in der Luft abgewogen, und zwischen dem Verlust aufsucht, welchen dieser Körper an seinem Gewicht erleidet, wenn man ihn nachher im Wasser

wiegt, welches wir hier specifisch leichter als ihn annehmen. Dieser Verlust entspringt aus der Kraft, welche das Wasser anwendet, den Körper zum Theil zu tragen; und da diese Kraft derjenigen gleich ist, welche es brauchte, um das durch den Körper aus der Stelle gedrängte Volumen seiner eignen Substanz im Gleichgewicht zu erhalten, so folgt daraus, dafs der erwähnte Verlust das Gewicht eines mit dem Volumen des Körpers gleichen Volumens von Wasser repräsentirt. Man hat also das Verhältnifs zwischen dem Gewicht des Körpers und dem Gewicht des Wassers bei gleichem Volumen, und so dient diese Flüssigkeit als allgemeines Maafs, um die specifischen Gewichte verschiedener Körper unter einander zu vergleichen *g*).

g) Zu mehrerer Deutlichkeit bemerke ich folgendes: Die Theile eines flüssigen Körpers, wohin das Wasser gehört, üben nach allen Richtungen, also auch nach unten und oben, einen Druck gegen jeden daran grenzenden Körper aus. Wird nun ein schwererer fester Körper in das Wasser eingetaucht, so erfährt er von allen Seiten diesen Druck des Wassers. Er äufsert sich unserem Gefühle sehr merklich durch den Widerstand, welchen wir beim Eintauchen eines solchen Körpers in das Wasser empfinden; je leichter jener ist, desto heftiger ist der Widerstand, und desto stärker bemerken wir das Bestreben des Wassers (so zu sagen), die festen Körper über seine Oberfläche zu treiben. Allein jeder Theil der ganzen Wassermasse wird von dem ihn umgebenden Ganzen gerade eben so gedrückt; da nun die Stärke des Drucks von dieser Masse und nicht von der absoluten Schwere des eingetauchten Körpers abhängt, so ist klar, dafs dieser gerade mit eben so vieler Kraft in die Höhe geprefst wird, als ein Wasserkörper, welcher mit ihm einen und denselben Raum ein-

Auf diese Art sind die Tafeln der specifischen Gewichte gemacht worden, welche mehrere Schriftsteller geliefert haben, und unter denen keine so ausgebreitet und mit so vieler Sorgfalt ausgearbeitet ist als die des Bürgers Brisson.

Die zu Untersuchungen dieser Art bestimmte Wage heifst eine hydrostatische Wage. Der Körper, welchen man untersuchen will, wird mittelst eines Pferdehaares an einen kleinen Haken aufgehängt, welche an eine von den Wagschaalen befestiget ist. Durch diese Veranstaltung läfst sich der Körper leicht in das Wasser tauchen, und darin abwägen.

Nicolson ist darauf gefallen, zu demselben Zweck eine Art von Areometer aus Eisenblech *h*) anzuwenden, welches Fig. 75 vorgestellt *i*), und dessen Stiel B ein Messingdrath ist, welcher auf seinem oberen Ende eine kleine Schaale A trägt. Dieser Stiel ist ungefähr in der Mitte mit einem durch die Feile gemachten Strich *b* bezeichnet. Der untere Theil hält einen umgekehrten Kegel EG schwebend, welcher an seiner Grundfläche hohl und mit Blei belastet ist *k*).

nimmt, d. i. als der Wasserkörper, welchen er ganz aus der Stelle drängt. *K.*

h) Man kann dieses Instrument auch von Glas arbeiten lassen.

i) Das Fahrenheitische sonst schon bekannte Areometer liegt dabei zum Grunde; jedoch hat Herr Nicolson das Verdienst, sinnreiche Abänderungen zu dem erwähnten Behuf angebracht zu haben. *K.*

k) In mehreren Areometern hat dieser Kegel durch messingene Dräthe, welche ihn an dem Instrument befestigt hal-

Das Gewicht des Instruments muſs so eingerichtet seyn, daſs, wenn man es sich selbst überlassen in das Wasser taucht, ein Theil der Röhre über dem Wasser herausragt. Die Schaale am Ende des Stiels, welche die Gestalt eines sphärischen Käppchens hat, ist darauf mittelst einer kleinen Röhre von Eisenblech befestigt, worin dieser Stiel mit Friction einpaſst. Gewöhnlich hat man noch eine zweite breitere Schaale, die man auf die erstere setzt, in deren concave Fläche sie sich mit ihrer convexen Fläche einlegt. So kann man nach Belieben die zweite Schaale abheben, es sey, um die Gewichte, mit denen sie, wie wir sogleich erzählen werden, beladen ist, leichter wegzunehmen, oder um irgend eine Veränderung mit den Gewichten vorzunehmen. Dieses nicht eben kostspielige, leicht zu transportirende und für die gewöhnlichen Fälle hinlänglich genaue Instrument ist besonders den Mineralogen sehr bequem. Ein Beispiel wird die Art erläutern, wie man sich desselben bedient.

Gesetzt man wäre zweifelhaft, ob ein durchsichtiger blauer Stein zu der Substanz, welche insgemein orientalischer Saphir heiſst, oder zu der Varietät des Quarzes gehörte, welche man Wasser-Saphir

ten, eine feste Lage. Der Bürger Gillet zieht aber mit Grund vor, ihm Spielraum zu lassen, indem man ihn an einen Haken, wie die Figur zeigt, aufhängt. Auf diese Art nimmt die Axe des Instruments beständig eine senkrechte Lage an; auſserdem könnte sie auf eine Seite mehr hängen, als auf der andern, wenn das Instrument um sein Oscillationscentrum herum im Gleichgewicht wäre.

(*saphir d'eau*) nennt. Man habe destillirtes Wasser von einer gegebenen Temperatur; Brisson hat dazu die Temperatur von 14° Réaumur gewählt, welche 17°, 5 des in hundert Grade abgetheilten Thermometers entspricht, und die mittlere Temperatur unseres Clima's ist. Man tauche das Areometer in dieses Wasser ein, und lege auf die obere Schaale A so viel Gewicht, bis der auf dem Stiele angegebene Strich *b* auf die Fläche des Wassers hinabgesunken ist. Dies nennen wir, das Areometer in die Fläche bringen (*affleurer*) *l*). Wir wollen annehmen, die Summe der Gewichte betrüge 20 Grammen, so ist dies die Belästigung eines Areometers, welches nur für Körper dienen kann, deren Gewicht 20 Grammen nicht übersteigt *m*).

Man nehme das Gewicht weg, lege den Stein in die nehmliche Schaale, und daneben wieder so viel

l) Wiewohl man, streng genommen, sich dieser Operation überheben kann, weil man nach einem ersten Versuche die zum Indieflächebringen erforderliche Summe von Gewichten im voraus kennt, so ist es doch gut, jedesmal mit dieser Operation wieder anzufangen, wegen der kleinen Unterschiede, die in der Temperatur oder in der Beschaffenheit der Flüssigkeit statt finden können.

m) Ich nenne dies das Normal-Gewicht, und viele hundert Versuche haben mich gelehrt, dafs man, wie auch Herr Haüy empfiehlt, sehr wohl daran thut, es jedesmal vor dem Anfang der Versuche wieder auszumitteln. Nicht allein die Temperatur, sondern auch der Barometerstand hat Einflufs darauf. In jener Hinsicht mufs man die Prüfung nach gewissen Intervallen wiederholen, wenn man mehrere Stunden lang operirt. *K.*

kleinere Gewichte, als nöthig sind, um das Areometer in die Fläche zu bringen. Gesetzt, diese letzteren Gewichte betrügen $\overset{\text{gr.}}{13}$, 6. Man ziehe diese Zahl von 20 ab, so erhält man $\overset{\text{gr.}}{6}$, 4 zum Gewicht des Steins in der Luft.

Man ziehe das Areometer heraus, und lege den Stein in die untere Schaale E; dann tauche man das Instrument wieder ein, und lege die nöthigen Gewichte in die Schaale A hinzu, um aufs neue das Areometer in die Fläche zu bringen. Gesetzt, diese zuzulegenden Gewichte betrügen $\overset{\text{gr.}}{2}$, 48. Dies ist der Verlust, welchen der Stein im Wasser an seinem Gewichte erlitten hat, und zugleich das Gewicht eines gleichen Volumens Wasser.

Man mache die Proportion: wie sich verhält $\overset{\text{gr.}}{2}$,48, oder das Gewicht einer Wassermenge von gleichem Volumen mit dem Steine, zu $\overset{\text{gr.}}{6}$,4, dem absoluten Gewichte des Steines, so verhält sich Eins, welches im allgemeinen das specifische Gewicht des Wassers vorstellt, zu dem vierten Gliede, welches das eigenthümliche Gewicht des Steins seyn wird *n*). Dieses vierte Glied, mit vier Decimalzahlen genommen, ist für obiges Beispiel: 2,5806. Durchläuft man nun die Tafel

n) Es ist natürlicher, das specifische Gewicht des Wassers, welches der Verleichungspunkt ist, worauf man alle specifische Gewichte anderer Körper bezieht, mit Eins zu bezeichnen, als mit 1000 oder 10000, wie man gewöhnlich thut. Im übrigen ist die Rechnung die nehmliche, ausgenommen, daſs man gewöhnlich einen Decimalbruch zum Resultate hat.

der specifischen Gewichte, so findet man, daſs das Gewicht des Wassersaphirs ziemlich mit der nehmlichen Zahl zusammentrifft, indeſs das des orientalischen Saphirs ungefähr 4 ist. Der dem Versuch unterworfene Stein ist also ein bloſser Quarz.

Wollte man eine Substanz wiegen, welche verhältniſsmäſsig leichter wäre als das Wasser, so müſste man es beim Einlegen in die untere Schaale darin auf irgend eine Art befestigen o). In diesem Falle ist es so gut, als machte der Körper, welcher zum Anbinden dient, einen Theil des Areometers aus. Im übrigen ist die Operation die nehmliche, wie im vorigen Falle. Bloſs das zweite Glied der Proportion ist kleiner als das erste, welches nothwendig so seyn muſs, weil das vierte Glied, welches das specifische Gewicht

o) Es ist bequemer und sicherer, den unteren Theil so einrichten zu lassen daſs das Anbinden unterbleiben kann. Dies geschieht dadurch, daſs solcher die Figur eines doppelten abgekürzten Kegels erhält, dessen gemeinschaftliche Spitze sich in der Mitte befindet. Die Basis des oberen nach unten verjüngten Kegels dient dann zur Aufnahme solcher Körper, die schwerer sind als Wasser; dagegen findet ein auf dem Wasser schwimmender Körper in dem untern nach oben zu verjüngten hohlen Kegel seinen Platz. Der Rand, welcher die Umfläche des letzteren bildet, hindert den Körper auszuweichen, zumal der letztere von selbst das Areometer nach oben zu treiben strebt. Nur müssen Oeffnungen in diesem unteren Kegel eingeschnitten werden, damit die Luft, welche dem Körper mechanisch anhängt, leicht ausweichen könne. — Dergleichen sehr brauchbare Areometer verfertigt in Berlin Herr Mechanikus Rénard sehr ganau und um billige Preise. *K.*

des Körpers giebt, ebenfalls kleiner ist, als das dritte, das eigenthümliche Gewicht des Wassers angebende Glied.

Wir wollen zum Beispiel annehmen, das ganze Gewicht des Areometers, den Körper, der zum Anbinden dient, mit eingeschlossen, wäre noch 20 Grammen, und man müfste neben den Körper, welchen man wiegen wollte, noch 16 Grammen zulegen, um wieder das Areometer in die Fläche zu bringen. Man hat also 4 Grammen für das Gewicht dieses Körpers. Wir wollen ferner annehmen, dafs, wenn man den nehmlichen Körper in das Wasser gesenkt hätte, man noch 6 Grammen zu den 16, welche schon in dem obern Schälchen lagen, hätte zulegen müssen, welches in allem 22 Grammen macht. Diese 6 Grammen werden das Gewicht des aus der Stelle verdrängten Wassers vorstellen, und die Proportion wird seyn, $6 : 4 = 1 : x$, welches 0,6666 zur specifischen Schwere des dem Versuch unterworfenen Körpers geben wird.

In der That, wenn das Gewicht des Körpers bei gleichem Volumen genau dem Gewicht des Wassers gleich wäre, so würde man das obere Schälchen, wie das erstemal, blofs mit 20 Grammen belasten dürfen, wenn der Körper in das Wasser eingetaucht wäre, weil er dasselbe thut, als das aus der Stelle gedrängte Wasservolumen. Allein wir haben gesehen, dafs in jenem Falle das obere Schälchen mit 22 Grammen belastet war, woraus sich ergiebt, dafs dem Wasser eine Kraft von 2 Grammen übrig bleibt, aufser der Kraft von

4 Grammen,

4 Grammen, welche es anwendet, um den Körper völlig zu tragen. Die ganze Kraft des Wassers beträgt daher 6 Grammen; oder, was auf dasselbe hinausläuft, das Gewicht des Wassers von gleichem Volumen mit dem Körper ist 6 Grammen. Die specifische Schwere des Wassers verhält sich also zu der specifischen Schwere des Körpers wie 6 zu 4, wie wir oben gesehen haben.

Das Wasser adhärirt immer etwas am Areometer *p*), so daſs dieses Instrument, mit demselben Gewichte beladen, etwas mehr oder minder tief eingetaucht bleiben kann. Um die kleine Unsicherheit, welche aus dieser Veränderlichkeit des Niveau's entspringt, aufzuheben, lasse man erst das Areometer zu dem festen Punkt kommen, dann hebe man es ein wenig über seine Stellung hinauf, senke es nun ein wenig unter dieselbe hinunter, und überlasse es hiebei jedesmal sich selbst. Findet sich nun der Strich zwischen den beiden Punkten, welche in die Fläche gekommen sind, so kann man daraus schlieſsen, daſs die obere Schaale ihre wahre Last hat.

Statt des destillirten Wassers kann man auch Regenwasser anwenden, welches bei gleicher Temperatur, so weit solches zu merken ist, dieselbe Dichtigkeit hat. Uebrigens in dem Falle, wo man bloſs die Absicht hätte, einen Zweifel zu lösen, um zu wissen, ob ein Mineral zu dieser oder eher zu jener Gattung gehört,

p) Die Adhäsion wird durch den Ueberzug eines guten Lakfirniſs sehr vermindert; dennoch ist der empfohlne Handgriff sehr nützlich. *K.*

würde man schon eine hinlängliche Annäherung erhalten, wenn man auch mit Flufs- oder Brunnenwasser arbeitete, dessen Temperatur von der, welche zur Errichtung der Tafel der specifischen Gewichte gewählt worden ist, nicht mehr als etwa um einige Grade abwiche. Wollte man indefs eine gröfsere Genauigkeit haben, so würde man sie durch das Mittel erreichen können, welches wir sogleich anführen wollen, um die mit einer beliebigen Flüssigkeit bei einer bestimmten Temperatur, welche man will, gemachte Abwägung auf das Resultat zurückzuführen, welches destillirtes Wasser bei 14° Réaumur gegeben haben würde.

Hat man genau das absolute Gewicht des Areometers genommen, welches z. B. 152 Grammen seyn mag, und kennt man das zuzulegende Gewicht, das wir 20 Grammen annahmen, welches erforderlich war, um es in destillirtem Wasser von 14° in die Fläche zu bringen, so hat man zur Summe dieser beiden Gewichte 172 Grammen.

Nun wollen wir annehmen, das zuzulegende Gewicht, um das Areometer in einer andern Flüssigkeit in die Fläche zu bringen, sey 20,5 gr., so wird die Summe 172,5 gr. werden.

Man weifs aber, dafs, wenn ein Körper zum Theil obenauf schwimmt, das Gewicht des Volumens von der Flüssigkeit, welches dem eingetauchten Theile des Körpers entspricht, dem totalen Gewicht desselben gleich ist. Da nun der eingetauchte Theil in beiden Fällen derselbe ist, so folgt daraus, dafs die Gewichte der beiden Flüssigkeiten bei gleichem Volumen, oder,

was auf dasselbe hinauskommt, ihre specifischen Gewichte in dem Verhältniſs von 1720 zu 1725 stehen.

Dies festgesetzt, so ist fürs erste offenbar, daſs die dem destillirten Wasser substituirte Flüssigkeit unmittelbar das absolute Gewicht des Körpers, welchen man probirt, giebt, ohne daſs es einer Korrektion bedürfte. Dieses Gewicht sey 11 Grammen. Nachdem man durch eine zweite Operation gefunden hat, wie viel der in der Flüssigkeit, die man anwendet, gewogene Körper darin von seinem Gewichte verliert, welches wir zu $\overset{gr.}{4,7}$ annehmen wollen, so mache man folgende Proportion, 1725 : 1720 = 4,7 : einem vierten Gliede, welches den Verlust korrigirt angeben wird, oder den Verlust, welchen der Körper in destillirtem Wasser von 14° an seinem Gewichte erlitten haben würde. Dieser Verlust, welcher sich zu 4,69 finden wird, wird zu gleicher Zeit das Gewicht des dem Volumen des Körpers gleichen Volumens von destillirtem Wasser bei 14° angeben, wornach man folgende andere Proportion machen kann, welche auf die oben angegebene zurückkommen wird, 4,69 : 11 = Eins zu dem vierten Gliede, welches 2,3454 *q*) seyn und das wahre eigenthümliche Gewicht des Körpers angeben wird. Wendete man keine Korrektion an, so würde man 2,3404 gefunden haben.

Es giebt Substanzen, die, wenn man sie ins Was-

q) Der Verfasser hat den Werth 4,69 nicht ganz genau genommen. Nimmt man ihn genauer zu 4,6864, so erhält man statt 2,3454 die Zahl 2,3472 zum specifischen Gewichte des untersuchten Körpers. *W.*

ser taucht, diese Flüssigkeit in sich saugen. Darunter gehört der Mesotyp (Kronstedt's Zeolith). Diese Eigenschaft wird man gewahr, wenn man den Körper in die untere Schaale E gelegt hat, und man das Areometer, nachdem es gestiegen war, nun wieder sinken sieht, obgleich das Schälchen A mit demselben Gewicht belastet bleibt. In diesem Falle läfst man den Körper alle die Wassermenge in sich saugen, welche er in seine Poren aufnehmen kann; und man wird urtheilen, dafs er diese Art von Sättigungspunkt erreicht hat, wenn das Areometer in einer festen Lage bleibt. Dann bringt man es in die Fläche, und sucht auf die gewöhnliche Art den Verlust auf, welchen der Körper an seinem Gewichte im Wasser erlitten hat. Alsdann sucht man das Gewicht der Wassermenge, welche er in sich gesogen hat, indem man ihn von neuem in der Luft wiegt, und das erste Gewicht vom zweiten abzieht; den Unterschied rechnet man hiernächst zu dem vorher gefundenen Verlust hinzu, so giebt das Resultat den wahren Verlust, d. i. den, welcher statt gehabt haben würde, wenn der Körper nicht die Fähigkeit hätte, Wasser einzusaugen; nach diesem macht man die oben angegebene Proportion.

Wir wollen z. B. einen Mesotyp nehmen, der in der Luft 9 Grammen wiegen mag. Der Verlust, welchen er an seinem Gewichte im Wasser erleidet, wenn man ihn sich ganz damit durchziehen läfst, wollen wir setzen: betrage $\overset{gr.}{4,3}$. Endlich mag er, wenn man ihn in diesem Zustande aufs neue wiegt, $\overset{gr.}{9,13}$ geben. Zieht man das erste Gewicht von diesem ab, so hat

man $\overset{\text{gr.}}{0,13}$ für die Wassermenge, die der Mesotyp eingesogen hat. Der wahre Verlust, d. i. der, welchen die Substanz an ihrem Gewichte im Wasser erlitten haben würde, wenn diese Flüssigkeit nicht in ihn eindringen könnte, wird mithin $\overset{\text{gr.}}{4,3} + \overset{\text{gr.}}{0,13}$, oder $\overset{\text{gr.}}{4,43}$ seyn; dies giebt die folgende Proportion, $\overset{\text{gr.}}{4,43} : 9 = 1 : x$. Hieraus wird man abnehmen, daſs das specifische Gewicht 2,0316 ist.

Weil die Körper im Wasser wirklich an ihrem Gewichte um so viel weniger verlieren, je gröſser ihr absolutes Gewicht ist, so folgt daraus, daſs der Mesotyp $\overset{\text{gr.}}{0,13}$ weniger im Wasser verloren haben muſs, als wenn keine Einsaugung statt gefunden hätte. Man muſs daher zu dem durch den Versuch gefundenen Verluste $\overset{\text{gr.}}{0,13}$ addiren, um den korrigirten Verlust zu erhalten.

Das Kennzeichen, welches man von dem specifischen Gewicht hernimmt, vereinigt mit dem Vortheil einer groſsen Allgemeinheit, auch den, daſs es einer genauen Schätzung fähig ist, wenn man nur keine Stükke von einem allzu kleinen Volumen anwendet. Sein Normalpunkt in Bezug auf jedes Mineral ist das Resultat der Arbeit, welche man mit einem ausgewählten Stücke im gröſstmöglichsten Zustand der Reinheit angestellt hat. Es kann über diesen Punkt hinaus wegen eines färbenden Prinzips von metallischer Natur über oder auch unter ihn hinab variiren, durch die Wirkung der innigen Beimengung einer weniger dichten oder einer solchen Substanz, welche den Zusammenhang der Moleküls lockerer macht. So ist die spe-

cifische Schwere des klaren Glasquarzes (*quarz hyalin limpide*), des sogenannten Krystalls von Madagascar, 2,653, die des rosenrothen Milchquarzes 2,6701, und die des Fettquarzes nur 2,6459. Je weiter nun die Grenzen der Gattungen, unter denen die Wahl ist, von einander abstehen, desto entscheidender ist die Probe mit diesem Kennzeichen.

2. Harte und weiche Körper. Das Kennzeichen, welches die Härte verschafft, läſst sich bei weitem nicht so genau angeben, wie das vorhergehende. Ueberdies variirt es auch mehr. Einige in einem von Natur weichen Körper zerstreute Quarzmoleküls können bei einer nur geringen Abänderung seines specifischen Gewichts doch bewirken, daſs es mit dem Stahle Funken giebt. Allein dieses Kennzeichen hat den Vortheil, daſs sich der Versuch damit leicht und schnell durch Hülfe der verschiedenen auf der Tabelle angegebenen Mittel anstellen läſst. Es ist geschickt, diejenigen Gattungen streng von einander zu sondern, deren Varietäten den durch zufällige Beimischungen hervorgebrachten Veränderungen wenig unterworfen sind. So ritzt der Cymophan (Chrysoberyll) oder der schillernde Chrysolith der Juwelirer stark den Quarz, indeſs der von Romé de l'Isle seitdem als ein phosphorsaurer Kalk erkannte Chrysolith, mit Friction über das Glas hinweggestrichen, oft eine weiſse Spur seines eignen Pulvers darauf zurückläſst *r*). Das eisen-

r) Der Chrysolith der deutschen Mineralogen ist keiner von beiden, sondern gehört bei Herrn Haüy unter die Gattung *péridote*. *W.*

haltige Scheel oder der Wolfram giebt der Feile sehr leicht nach, welche das schwärzliche oxydirte Zinn (Zinnstein), das man zuweilen in dem nehmlichen Gange findet, weit weniger angreift.

3. Spröde oder zerbrechliche Körper. Man muſs diese Körper nicht mit denen verwechseln, welche man weiche nennt. Der Talk ist weicher als der kohlengesäuerte Kalk oder der sogenannte Kalkspath, weil dieser jenen ritzt. Allein er ist weniger zerbrechlich, in sofern er den Schlägen mehr Widerstand leistet.

4. Elastische Körper. So nennt man die Körper, welche, wenn sie zusammengedrückt oder gezwungen worden sind, sich zu biegen, von selbst ihre erste Figur wieder annehmen. Das Kennzeichen, welches diese Eigenschaft an die Hand giebt, wird in der Mineralogie nur in Bezug auf solche Körper angewendet, welche sich unter der Form dünner Blättchen oder Fäden zeigen, oder leicht darin bringen lassen. Es paſst übrigens nur auf eine kleine Anzahl von Gattungen.

5. Dehnbare oder streckbare Körper. Dies sind solche, welche durch Stoſs oder Druck sich verlängern oder breit drücken lassen, so daſs sie die Figur behalten, welche sie vermöge der einen oder der andern von diesen beiden Kräften angenommen haben. Hierunter gehören mehrere metallische Substanzen, Gold, Silber, Kupfer u. s. w. Statt daſs andere dergleichen, als Spieſsglanz, Wismuth u. s. w. eher brechen, als sich breit drücken oder in die Länge dehnen lassen.

6. Zähe Körper. Die Zähigkeit ist die Eigenschaft, welche manche Körper und vorzüglich die Metalle besitzen, der Einwirkung einer Kraft, welche sie an einem Ende zieht, indeſs sie am entgegengesetzten befestigt sind, Widerstand zu leisten, ohne zu zerbrechen. Von der Art ist der Widerstand, welchen eine Claviersaite, die man spannt, ihrem Zerreiſsen entgegensetzt. Diese Eigenschaft läſst sich nur selten als Kennzeichen gebrauchen. Allein es ist gut, bei der Beschreibung eines Minerals zu erkennen zu geben, bis auf welchen Grad es in Vergleich mit andern Mineralien Zähigkeit äuſsert.

7. Das Anhängen an der Zunge. So nennt man die Adhäsion, welche gewisse Körper, wenn man sie auf die Spitze der Zunge legt, gegen dieselbe beweisen, so daſs man einigen Widerstand erfährt, wenn man sie davon wegziehen will. Diese Wirkung entspringt aus dem Vermögen, welches ein solcher Körper besitzt, den Speichel, der die Zunge befeuchtet, zu absorbiren, und sich dadurch mit diesem Organe in unmittelbarere Berührung zu setzen *s*). Wenn man auf einen dieser Körper mit der Fingerspitze ein wenig Wasser setzt, so bemerkt man, daſs er dasselbe in einem Augenblicke in sich saugt, und diese Probe kann statt jener dienen.

s) Der Körper entzieht die Feuchtigkeit den Poren der Zunge. Es entsteht daher in dieser ein luftleerer Raum, weshalb die äuſsere Luft den erwähnten Körper an die Zunge drückt, deren Poren sie wieder auszufüllen strebt. So habe ich mir bisher das Anhängen an der Zunge erklärt. *K.*

8. Farben. Um den Grad des Vertrauens zu bestimmen, welches die von dieser, von einigen allzu wenig geschätzten, von andern über ihren Werth erhobenen Modifikation entlehnten Kennzeichen verdienen, mufs man dieselbe unter zwei, nach der verschiedenen Natur der Körper, welche sie besitzen, sehr verschiedenen Gesichtspunkten betrachten. In manchen dieser Körper, und namentlich bei den erdigen und säurehaltigen Substanzen, kommen die Farben von den Moleküls eines fremdartigen Stoffes her, welches oft das Eisen, und zuweilen Chrom oder Braunstein ist, die zwischen den eigentlichen Moleküls des gefärbten Körpers zerstreut sind. Daher kommt es, dafs eine und dieselbe Substanz, z. B. der flufsgesäuerte Kalk, in manchen Stücken farbenlos ist, in andern abwechselnd, bald roth, bald gelb, grün, violet u. s. w. erscheint. Hier ist die Farbe nur ein zufälliges und vorübergehendes Merkmal, welches blofs zur Unterscheidung mancher Varietäten dienen kann.

Bei andern Mineralien hingegen, z. B. den metallischen Substanzen, dem Schwefel, Bernstein, einigen salinischen Körpern, geschieht die Zurückwerfung der Strahlen, welche die Farbe hervorbringen, durch die eigentlichen Theile des farbigen Körpers selbst; sie hängt von seiner Textur und dem Grade der Feinheit seiner Moleküls ab. Da kann sie zum Range der specifischen Charaktere erhoben werden.

Zuweilen findet man das salzgesäuerte Natrum roth gefärbt. Löst man es in diesem Zustande auf, so reinigt es sich von seinem färbenden Prinzip, und

und die neuen Krystalle, die es bildet, werden blofs noch weifses Licht zurückwerfen. In der Operation geschah weiter nichts, als dafs man die Substanz von einem überflüssigen Stoffe befreite, ohne welchen es nichts weiter ist, als was es ist. Unterwirft man dagegen das schwefelgesäuerte Kupfer demselben Versuch, so oft man will, so wird es immer wieder blau erscheinen, weil diese Farbe zu seiner Natur gehört.

So haben die, welche behauptet haben, die wahre Farbe des Rubin-Spinell z. B. sey roth, mit orange vermischt, blofs diejenige Varietät dieses Steins bezeichnet, welche von den Liebhabern am meisten geschätzt wird. Wenn man aber sagt, die wahre Farbe des Goldes ist ein reines Gelb, das durch den Metallglanz gehoben wird, so heifst dies die Sprache des Naturforschers reden. Ist diese Farbe in manchen Stükken Gold verändert, so kann dies nur durch eine fremde Ursache, welche das Metall selbst angegriffen hat, geschehen seyn.

Gleichwohl habe ich Naturforscher gesehen, welche die Abänderungen, deren die Farbe bei einem grofsen Theile der Mineralien fähig ist, vollkommen zugaben, und dennoch nicht aufhörten, dem Kennzeichen, das sie giebt, einen bedeutenden Werth beizulegen; sowohl weil es dasjenige ist, welches zuerst in die Augen fällt, als auch, weil es ihrer Meinung nach bei jeder Substanz eine Farbe gäbe, die gleichsam die herrschende wäre, und der gröfsten Zahl der Varietäten zukäme. Allein je mehr die Beobachtungen sich vervielfältigen werden, desto öfter wird es auch ge-

schehen, daſs dieses Kennzeichen zum Auge bloſs deshalb sprechen wird, um es zu hintergehen und zu Verwechselungen zu verleiten. Es bedarf dazu keines andern Beweises, als dessen, was in Rücksicht des Schmaragdes vorgefallen ist. Das Grasgrün schien lange Zeit unter die beständigen Kennzeichen dieser Substanz gerechnet werden zu können, und in der That war es gar nicht zu verwundern, daſs alles, was Schmaragd war, von der nehmlichen Farbe vorkam. Man kannte unter diesem Namen eigentlich bloſs die aus Peru gekommenen Krystalle, welche sich unter denselben äuſsern Verhältnissen gebildet und das Gepräge desselben färbenden Prinzips erhalten hatten. Eine Entdeckung, welche die Mineralogie und die Chemie gemeinschaftlich gemacht haben, vereinigt den Beryll mit dem Schmaragd, und von diesem Augenblick an hat man hier gelbgrünliche, dort bläuliche, auch noch andre Schmaragde von entschiedenem Gelb; und die Zahl der Krystalle von diesen verschiedenen Farben-Nüancen, besonders von der ersteren, die in unsern Sammlungen vorhanden sind, übertrifft sogar die Zahl der ehemaligen Schmaragde sehr merklich *t*). Auf gleiche Art hat der Zirkon von Zeylon, welcher nach Klaproth's Analyse mit dem Hyacinth identisch ist, diese letztere Substanz in dem Besitze einer ins Orange fallenden braunrothen Farbe, unter welcher sie sich mit

t) In sofern man nicht den Schmaragd und Beryll, die ich mit Herrn Haüy als eine und dieselbe Gattung betrachte, in zwei verschiedene Arten abtheilen will, wie von mir geschehen ist. *K.*

Ausnahme der weifslichen Varietät angeblich nur zeigt, gestört *u*); und es würde leicht seyn, andere Beispiele der Art anzuführen *v*), so wie man jetzt leicht voraussehen kann, dafs diese Beispiele in der Folge sich noch vervielfältigen werden. Die Angabe der Farbe mufs mithin in dem Falle, wenn dieselbe von einem zufälligen Stoffe herrührt, von dem specifischen Charakter ausgeschlossen werden; und man wird noch einen Grund mehr haben, ihn davon auszuschliefsen, wenn man bedenkt, dafs alles, was in diesem Charakter aufgenommen werden soll, der Beobachtung um so mehr zu Gebote stehen mufs, je reiner die Substanz ist, oder je mehr sie sich dem Normalpunkte nähert, welcher ihre Gattung wirklich constituirt; und dafs eben bei einem solchen Normalstücke die Farbe verschwinden würde *w*).

u) Hier tritt ein ähnlicher Fall ein, wie vorhin. Ich glaube, man mufs den Zirkon und Hyacinth zu einerlei Gattung rechnen; man darf sie aber als zwei Arten betrachten. *K.*

v) Launoy hat aus Spanien viele kleine orangefarbene Krystalle mitgebracht, welche zu dem phosphorgesäuerten Kalk gehören, der in Deutschland unter dem Namen Spargelstein bekannt ist, weil die Farbe dieser Substanz, wie man sie Anfangs in diesem Lande fand, der Farbe des Spargels ähnelt. Die Herren Abildgaard und Manthey haben mir seitdem Krystalle von dieser Substanz gegeben, welche in manchen norwegischen Granitgebirgsarten ziemlich häufig vorkommen, und deren Farbe bald grünlichblau, bald braun u. s. w. ist.

w) Man mufs eingestehen, dafs es nicht ohne Nutzen seyn würde, an der Spitze der Beschreibung einer Gattung

Was die Abänderungen betrifft, welchen das Kennzeichen, das man von den Farben entlehnt, unterworfen ist, so würde es überflüfsig seyn, sie alle aufzuzählen, weil wir in dieser Rücksicht bei der täglichen Beobachtung und in der recipirten Sprache alles finden, was die Bedürfnisse der Wissenschaft und ihrer Nomenclatur fordern können.

So fügt man, um einen gewissen Ton einer Farbe zu bezeichnen, bald ein bloſses Adjektivum hinzu, wie wenn man sagt, ein reines Grün, ein hohes Roth, ein tiefes Blau u. s. w.; bald vergleicht man die Farbe mit einem aus dem gemeinen Leben genommenen Gegenstande, wie wenn man sagt, himmelblau, safrangelb, lauchgrün u. s. w.; bald endlich nennt man beide Farben, von denen die, welche man beschreiben will, etwas zu enthalten scheint,

das Kennzeichen anzuführen, welches sich von dieser Modification, von welcher die Rede ist, herleiten läſst, wenn der gröſste Theil der Varietäten die nehmliche oder beinahe dieselbe Farbe zeigte, so daſs die Abweichungen, welche bei andern Varietäten statt fänden, als Ausnahmen angesehen werden könnten; denn es ist dies Kennzeichen dasjenige, welches dem Auge zuerst auffällt, und die Anzeige desselben wäre eben darum sehr geeignet, der erste Strich des Pinsels zu werden, wenn ein Gemählde von einem Mineral entworfen werden soll. Wenn man aber acht oder zehn verschiedene Farben auf einmal anführen muſs, in welche die verschiedenen Individuen der Gattung sich theilen, scheint es dann nicht, als finge die Beschreibung damit an, daſs sie ins Unbestimmte fiele, und den Hauptzweck verfehlte, welcher darin besteht, daſs sie dem bloſsen Blick die angezeigte Substanz kenntlich machen soll?

und man sagt z. B. grünlichgelb oder gelblichgrün, so daſs man die herrschende Farbe hintersetzt *x*) *y*).

9. Schillerndes Farbenspiel. Diese Benennung spielt auf die Augen der Katzen an, welche im Dunkeln glänzen. Man sagt von einer Substanz, sie schillere katzenaugenartig, wenn bei jeder veränderten Lage ihrer Oberfläche die Lichtstrahlen, welche sie zurückwirft, gewissermaſsen beweglich sind, oder abwechselnd erscheinen und verschwinden. Von der Art sind die Zeuge, die man Mohre nennt.

10. Metallglanz. Man kann den wahren von

x) Im Französischen umgekehrt. *W.*

y) Es ist ein Unterschied zwischen Haupt- oder herrschenden Farben und solchen vorhanden, welche mannichfaltig wechseln. Jene existiren wirklich bei gewissen metallischen Gattungen, z. B. beim Zinnober, Glanzerz, Kupfer- und Schwefelkies, Malachit, Kupferlasur etc., diese sind vorzüglich den Steinarten eigen. Jene können also zu einer specifischen Charakteristik mit angewendet werden; diese passen aber strenge genommen bloſs zu genauer Bestimmung der Varietäten oder zu vollständigen Monographien. Dessen ungeachtet ist eine systematische Benennung und Festsetzung des Begriffs der Farben dem Studio der Mineralogie sehr nützlich, und letztere auch dafür Herrn Werner, der sie zuerst eingeführt hat, vielen Dank schuldig. Auch in anderen Zweigen der Naturgeschichte hat man dies Bedürfniſs gefühlt, und deshalb benutzt man in diesen nun ebenfalls Farbentabellen. Man sehe z. B. Willdenow's Grundriſs der Kräuterkunde, dessen drei bisher erschienene Auflagen, Berlin 1792, 1798 und 1802 mit einer Farbentabelle und systematischen Erklärung derselben versehen sind. *K.*

dem blofs scheinbaren dadurch unterscheiden, dafs der Strich einer Feile oder eines andern scharfen Instruments, womit man ein Metall geritzt hat, völlig glänzend bleibt, statt dafs er schmutzig und gleichsam staubig wird, wenn der Körper nicht metallischer Natur ist.

11 Klare oder wasserhelle Körper. Man hat die durchsichtigen Mineralien, welche keine eigentlich sogenannte Farbe haben, wie den Quarz (Bergkrystall), der Krystall von Madagaskar heifst, weifs genannt. Wir werden aber diese Mineralien klar oder wasserhell nennen, und die Benennung weifs für die aufbehalten, welche alle Farben mit einander unordentlich zurückwerfen, wie der Marmor, den man zu Statüen nimmt.

12. Doppelte Strahlenbrechung. Wenn ein Lichtsrahl schräg aus einem Mittel in ein andres von verschiedener Dichtigkeit übergeht, so lenkt er von seinem Wege ab, und erleidet eine Art von Biegung. Diese Ablenkung, welche man Brechung der Lichtstrahlen nennt, ist einem beständigen Gesetze unterworfen, welches alle Physiker kennen.

Gewisse Substanzen haben die Eigenschaft, den Lichtstrahl, der durch sie hindurchgeht, in zwei Theile zu theilen, welche zwei verschiedene Wege nehmen. Dies nennt man doppelte Strahlenbrechung.

Wenn die Strahlenbrechung einfach ist, so wird man jederzeit nur ein einziges Bild des Gegenstandes gewahr, welchen man durch zwei Flächen eines durchsichtigen Stückes des zu dieser Beobachtung angewen-

deten Minerals hindurch sieht; statt daſs man, wenn sie doppelt ist, in demselben Falle zwei Bilder des Gegenstandes wahrnehmen kann. Um aber diesen Effekt bei den meisten mit der erwähnten Eigenschaft versehenen Substanzen wirklich zu erhalten, muſs man zwei unter sich geneigte Flächen auswählen, man mag nun einen von der Natur gegebenen Krystall oder ein vom Steinschneider geschnittenes Stück dazu anwenden.

Die Gröſse der doppelten Strahlenbrechung, oder, was das nehmliche sagen will, die Gröſse des Winkels, welchen die Strahlen unter sich bilden, mittelst deren das Auge beide Bilder sieht, variirt bei verschiedenen Substanzen, wenn auch übrigens alle Umstände gleich sind, nach der Natur der Substanzen selbst. Im Zirkon z. B. ist die doppelte Strahlenbrechung sehr stark, indeſs sie im Schmaragd weit weniger merklich ausfällt. Ferner variirt diese Gröſse in jeder Substanz wieder aus verschiedenen Ursachen. Im allgemeinen nimmt sie zu oder ab, je nachdem der brechende Winkel, d. i. der, welchen die beiden Flächen unter sich bilden, durch die man die Gegenstände sieht, mehr oder weniger sich öffnet. Es giebt aber noch eine Ursache dieses Variirens, die sich mit der vorhergehenden verbindet, und von der Lage der brechenden Ebenen gegen die Flächen der Kerngestalt abhängt; und der Einfluſs dieser Ursache ist so groſs, daſs man unter zwei gleichen, aber verschieden liegenden brechenden Winkeln einen merklich ungleichen Abstand der Bilder des nehmlichen Gegenstandes von einander erhalten kann, und daſs es sogar einen Punkt giebt, wo die Wirkung

der

der doppelten Strahlenbrechung Null wird, d. h. wo die beiden Bilder dann in eins zusammenfliefsen.

Dieser Punkt findet z. B. beim Quarz und Schmaragd dann statt, wenn eine von den Ebenen, die dem brechenden Winkel angehören, auf der Axe senkrecht steht; beim schwefelgesäuerten Baryt, wenn eine dieser Flächen der Axe und zugleich einer Ebene parallel liegt, welche durch die grofsen Diagonalen der Grundflächen der Kerngestalt gelegt würde. Ich habe über diesen Gegenstand nur erst eine ziemlich geringe Anzahl von Beobachtungen angestellt; allein es ist wahrscheinlich, dafs von allen Substanzen, welche eine doppelte Strahlenbrechung haben, einer oder der andere von den obigen Fällen gilt, die von selbst die Grenzen angeben, zwischen welchen überhaupt die brechenden Ebenen in Bezug auf die Kerngestalt liegen können. Da aber diejenige Lage, welche mit der Axe parallel ist, auch selbst zwischen mehreren Grenzlinien, welche mit den Diagonalen oder mit den Seiten der Grundflächen der Kerngestalt zusammentreffen, variiren kann, so kommt es darauf an, bei jeder Substanz zu wissen, welche von diesen letzteren Grenzlinien die ist, die für sie gilt.

Beim Artikel vom Schmaragd werde ich zeigen, wie ein Irrthum mich zu diesen Resultaten geführt hat, und ich gestehe selbst, dafs mir noch einige Ungewifsheit über die Strahlenbrechung mancher Substanzen übrig bleibt, da die Zeit mir nicht erlaubt hat, meine Untersuchungen hinlänglich zu vervielfältigen, um mich zu überzeugen, ob so ein Krystall, der nur ein

einziges Bild von Gegenständen zeigt, nicht zwei zeigen würde, wenn man ihn auf eine gewisse Art geschliffen hätte.

Ich werde bei jeder Substanz, wenn ich von ihr spreche, das auseinandersetzen, was ich in Rücksicht ihrer Strahlenbrechung beobachtet habe, und ich nehme mir vor, in der Folge neue Versuche über diesen schwierigen Punkt in der Physik der Mineralien zu machen, welchen ich bis jetzt, so zu sagen, nur berühren konnte. Bei dem Artikel vom kohlengesäuerten Kalk wird man die genaue Auseinandersetzung der besonderen Resultate finden, zu welchen ich in Rücksicht auf die doppelte Strahlenbrechung dieser säurehaltigen Substanz gelangt bin, die sich besser, als die übrigen, zu dieser Art von Untersuchungen schickt.

Eine andere Bemerkung, welche nicht unnütz seyn wird, wenn man sich damit beschäftigen will, die Theorie des Phänomens, wovon hier die Rede ist, aufs Reine zu bringen, besteht darin, daſs alle Substanzen, deren integrirendes Molekül sich durch seine Symmetrie auszeichnet, eine einfache Strahlenbrechung haben. Dahin gehören die, welche den Kubus, das reguläre Octaëder und das Rhomboïdal-Dodecaëder zur Kerngestalt haben.

Bisher hatte man die Versuche, welche diesen Gegenstand betrafen, bloſs auf Körper aus der Klasse beschränkt, die man insgemein mit dem Namen Steine bezeichnete. Ich habe diese Versuche auf mehrere von denen ausgedehnt, welche man Salze nannte, so wie auf brennbare Substanzen und auf oxydirte und mit

anderen Stoffen verbundene metallische Substanzen; und ich habe gefunden, daſs es keine Klasse von Mineralien giebt, welche nicht Körper, die eine doppelte Strahlenbrechung besitzen, enthalten hätte.

Es giebt verschiedene Arten, wie man die doppelte Strahlenbrechung beobachten kann. Eine der einfachsten besteht darin, daſs man eine Stecknadel an der Spitze faſst, und gegen das Fenster in einer gewissen Entfernung vom Auge hält, vor welches letztere man zu gleicher Zeit das Mineral mit einer seiner Flächen hält. Man giebt der Stecknadel verschiedene Stellungen, und man wird bemerken, daſs eine darunter ist, bei welcher man zwei distinkte Bilder von dieser Stecknadel sieht, die unter einander parallel sind, und gewöhnlich Regenbogenfarben haben *z*). Wenn man alsdann die Stecknadel sanft umdreht, bis sie eine Lage hat, die auf ihrer vorigen senkrecht steht, so wird man die beiden Bilder sich einander nähern sehen, bis sie in eine und dieselbe Linie zusammenfallen, oft jedoch so, daſs einer der beiden Knöpfe über den andern hervorragt. Man kann sich auch einer Karte bedienen, worauf man mit einer guten Tinte einen Strich gezogen hat.

z) Wenn die doppelte Strahlenbrechung nicht beträchtlich ist, so kann es geschehen, daſs beide Bilder sich berühren. Wenn man aber den Knopf der Stecknadel aufmerksam untersucht, so kann man an dieser Stelle wie zwei kleine Cirkel unterscheiden, die einander schneiden; und auſserdem wird man auch bemerken, daſs die nehmliche Farbe, welche auf einer Seite den regenbogenfarbigen Streifen begrenzt, in der Mitte wiederkommt, wo dieselbe Reihe wieder beginnt.

Die Distanz der Bilder von einander ist merklicher, wenn auch die Entfernung zwischen dem Gegenstand und dem Auge und alle übrigen Umstände dieselben sind, sobald der durchsichtige Körper, welcher zum Versuche dient, eine gröſsere Dicke hat. Und wenn man annimmt, daſs diese Dicke ihrerseits sich gleich bleibt, und der Gegenstand sich vom Auge entfernt, so werden die beiden Bilder immer mehr auseinanderweichen, indeſs sie zu gleicher Zeit an Intensität abnehmen.

Ein drittes Verfahren, welches für Kurzsichtige vortheilhaft ist, ist folgendes. Man stelle ein angezündetes Licht in einer gewissen Entfernung in ein dunkles Zimmer. Man durchbohre hierauf eine Karte in der Weite eines kleinen Stecknadellochs, und lege sie auf eine von den Flächen des Steines so, daſs das Loch einem Punkte dieser Fläche entspricht; dann nähere man die entgegengesetzte Fläche dem Auge, und suche die Lage, bei welcher man die Flamme der Kerze sehen kann. Man wird zwei genaue und scharf begrenzte Bilder haben, weil das Stecknadelloch macht, daſs die Art von Nebenstrahlung verschwindet, welche, wenn man den Stein allein anwendet, die Bilder verwischt.

Es möchte schwer seyn, ein hervorspringenderes Kennzeichen zu finden, als das ist, welches sich von der doppelten Strahlenbrechung entlehnen läſst, weil dasselbe an dem Wesen der Mineralien, an welchen sie vorkommt, selbst haftet. Man kann es aber nicht allemal bemerken, wenn man diese Körper im natür-

lichen Zustande nimmt. Mehrere müssen mittelst des Schleifens erst dazu vorbereitet werden. Die sogenannten Edelsteine werden, zumal wenn sie durch die Hände der Künstler gegangen sind, eben dadurch fähig, die Wirkung der einfachen oder doppelten Strahlenbrechung zu zeigen, wenn man sich nur vor der Täuschung zu sichern versteht, welche die Menge der Facetten veranlassen könnte; und es ist sogar ein Vortheil, daſs man mit Hülfe dieser vielen Flächen den brechenden Winkel abändern kann, weil, wenn etwa eine von den Flächen in der Richtung der Grenzlinie läge, wo beide Brechungen sich in eine einzige vereinigen, andere Facetten sich darbieten würden, um die Ungewiſsheit zu heben. Auf diese Art wird man sich dafür sicher stellen, daſs man nicht ein Stück Bergkrystall von Madagaskar mit dem Edelstein, den die Juwelirer weiſsen Saphir nennen, verwechselt, oder ihren brasilianischen Rubin mit dem Rubis Balais, den sächsischen Topas mit dem, was sie orientalischen Topas nennen; denn der erste unter jedem dieser Paare hat doppelte Strahlenbrechung, der zweite aber nur einfache; es ist sehr gut, daſs man in dergleichen Fällen die verschwundenen krystallinischen Formen durch physikalische Beobachtungen ergänzen und gewissermaſsen im Innern des Steins lesen kann, wenn seine äuſseren Umrisse das Auge nicht mehr ansprechen.

13. Phosphorescenz durch Einwirkung des Feuers. Um dieses Kennzeichen wahrzunehmen, wirft man ein paar Messerspitzen voll vom Pulver des Minerals, das man darauf probiren will, auf eine glü-

hende Kohle. Die Phosphorescenz, die wir hier verstehen, ist kein bloſses Funkensprühen, wie etwa bei Sägespähnen, die man ins Feuer wirft, sondern ein sanfter und angenehmer Lichtschein, welcher mit Ausnahme der nach der Verschiedenheit der Substanzen variirenden Farbe dem gleicht, welchen der Johanniswurm verbreitet. Dieser Versuch gelingt nur im Dunkeln ordentlich *a*). Man muſs zudem das Mineral sorgfältig fein zerreiben, um das Verprasseln zu verhüten, wodurch dem Beobachter kleine Stücke in die Augen springen könnten.

14. Electricität. Die elektrische Kraft läſst sich auf dreierlei Art in den Körpern erwecken: entweder durch Reibung, oder durch Verbindung mit einem schon elektrisirten Körper, oder durch die Wärme *b*). Dieses letztere Mittel hat bloſs in Beziehung auf gewisse Mineralsubstanzen statt.

Man unterscheidet zwei Arten von Electricität; die eine, welche wir Glaselectricität nennen, und welche Franklin positive nannte, ist diejenige, welche in Glas und glasigen Materien durch Reibung

a) Bei dem gemeinen Apatit von Logrosan in Spanien sieht man die Phosphorescenz auch am hellen Tage ungemein gut; und der bekannte Fluſsspath aus Sibirien (Chlorophan) glühet auch in ganzen Stücken selbst in einem durch Sonnenlicht erleuchteten Zimmer mit einer schönen hoch apfelgrünen Farbe. *K.*

b) Die vierte Art, welche wir durch Volta kennen, ist die bloſse Berührung zwischen heterogenen Leitern der Electricität, die Ursache der galvanischen Phänomene. *W.*

erzeugt wird. Die zweite, welche wir Harzelectricität nennen, und welche FRANKLIN mit dem Namen der negativen Electricität bezeichnete, ist die, welche das Harz, der Schwefel, die Seide u. s. w. unter denselben Umständen erhalten.

Diese beiden Electricitäten üben entgegengesetzte Wirkungen aus, so dafs zwei Körper, welche beide durch Glas- oder durch Harz-Electricität sollicitirt werden, sich abstofsen, und zwei Körper, wovon der eine die Glaselectricität, der andere Harzelectricität besitzt, sich gegenseitig anziehen.

Unter der Zahl derjenigen Körper, welche fähig sind, Electricität durch Reibung zu erhalten, giebt es solche, die dadurch, dafs man sie einen Augenblick blofs dem Feuer aussetzt oder in heifses Wasser taucht, die electrische Kraft erlangen. Bei dergleichen Körpern ist in diesem Falle die eine Seite von der Glaselectricität sollicitirt, indefs die im Diameter entgegengesetzte Seite Zeichen von Harzelectricität giebt.

Eine allgemeine Bemerkung über die krystallisirten Körper dieser Art besteht darin, dafs ihre Formen der Symmetrie der gewöhnlichen Krystalle entgegen sind, so dafs die Theile, worin die beiden Arten von Electricität sich befinden, zwar auf beiden Seiten eine ähnliche Lage haben, sich aber doch durch ihre Struktur unterscheiden. Der eine hat Decreszenzen, die auf dem entgegengesetzten Theile gar nicht vorhanden sind, oder denen Decreszenzen correspondiren, welche einem andern Gesetze folgen. Daraus entsteht, dafs man auf den blofsen Anblick eines dieser Krystalle im voraus

die Seite bestimmen kann, welche Zeichen von Glaselektricität geben, und die, welche Harzelectricität zeigen wird.

Die Electricität theilt das ganze Mineralreich in drei grofse Abtheilungen, welche beinahe der systematischen Ordnung folgen, die im allgemeinen zur Klassifikation der Gegenstände dieses Reiches angenommen ist. Fast alle Substanzen, welche zum Theil unter dem Namen Steine, zum Theil unter dem Namen Salze bekannt sind, erhalten durch Reibung die Glaselectricität, wenn sie nur einen gewissen Grad von Reinheit besitzen. Die eigentlich sogenannten brennlichen Substanzen erhalten dagegen, wenn sie gerieben werden, mit Ausnahme des Diamants, die Harzelectricität. Die metallischen Substanzen besitzen im allgemeinen die Leitungsfähigkeit der Electricität in ausgezeichnetem Grade. Nur einige, welche vererzt sind, und sich dadurch dem salinischen Zustande nähern, wie das kohlengesäuerte Blei (weifs Bleierz), ähneln den Salzen auch in der Eigenschaft, dafs sie durch Reiben Glaselectricität erhalten.

Ich mufs im voraus bemerken, dafs hier nur von den gewöhnlichen Mitteln, Electricität zu erregen, die Rede ist, wie wenn man sie mit der Hand oder mit einem Stücke Tuch reibt. Ich setze auch voraus, dafs die geriebenen Körper glatt polirt sind; denn es verhalten sich der Quarz, die Edelsteine, und andere ähnliche Substanzen, wie das Glas, welches Harzelectricität bekommt, sobald seine Oberfläche matt ist.

Aus allem Gesagten ergiebt sich, dafs die electri-

sche Eigenschaft Kennzeichen abgiebt, welche unter mehreren Gesichtspunkten zur Unterscheidung der Mineralien dienlich sind.

Die Electricität durch Mittheilung kann, für sich angewendet, die Gegenwart eines in merklicher Quantität mit einem Steine gemengten Metalles zu entdekken dienen, wie dies beim Eisen statt findet, welches in die Mischung des Jaspis eingeht. Um von diesem Kennzeichen Anwendung zu machen, legt man den Stein auf ein kleines Isolatorium von der Form eines Leuchters, so daſs jener mit einem electrisirten Konduktor in Berührung kommt; und man urtheilt, daſs der Körper durch Mittheilung electrisch ist oder nicht, je nachdem das Annähern des Fingers oder der Kugel eines Ausladers knisternde Funken oder bloſs rauschende Büschelchen herauszieht.

Die Electricität durch Reibung, in zwei verschiedenen Steinen im Vergleich mit einander beobachtet, kann zur Unterscheidung des einen von dem andern dienen. Der kopfförmig geschliffene Cymophan (*taillé en cabochon*), der beinahe dasselbe Ansehen hat, wie der perlmutterartige (opalisirende) Feldspath, welcher Mondstein heiſst, unterscheidet sich von demselben durch die groſse Leichtigkeit, womit er durch Reibung electrisch wird, indeſs dieses bei dem Feldspath nur schwierig und schwach gelingt.

Der einfachste Apparat zu Versuchen dieser Art besteht in einer kleinen kupfernen Nadel *ab* (Fig. 76 A.), welche sich in zwei Kugeln endigt, und auf einem Zapfen beweglich ist. Nachdem man das Mineral meh-

reremale mit einem Zeuge gerieben hat, hält man es gegen eine von den Kugeln, und urtheilt ungefähr von der Stärke der Electricität nach der Entfernung, in welcher diese Kugel gezogen zu werden anfängt.

In Rücksicht der durch die Wärme electrischen Substanzen, wie des Turmalins, bedient man sich des nehmlichen Apparats, wenn man nichts weiter als sie erkennen will. Allein es ist interessant, auch noch die Theile bestimmen zu können, in welchen sich beide Electricitäten finden. Um dies zu erlangen, hat man eine Stange Siegellak, an deren Ende ein seidener Faden, vier oder fünf Millimeter c) lang, gebunden ist. Nachdem man diese Stange gerieben hat, hält man abwechselnd beide entgegengesetzte Seiten der Substanz, z. B. die beiden Endspitzen eines Turmalins in einer geringen Entfernung vom seidnen Faden. Ist die gegen den Faden gekehrte Endspitze der Sitz der Harzelectricität, so wird Abstoſsung statt finden. Im entgegengesetzten Falle wird der Faden angezogen werden.

Man kann diesen Versuch abändern, indem man die Stange Siegellak, nachdem man sie gerieben hat, unter eine von den beiden am Ende der Nadel befindlichen Kugeln in der Entfernung einiger Millimeter legt. Um mehrerer Einfachheit willen kann man die

c) Ein Millimeter ist der tausendste Theil eines Meters. Letzteres beträgt 3 Fuſs 11,5 Linien des alten französischen Maaſses, d. i. 443,5 Linien. Ein Millimeter ist daher = 0,4435 Linien, und 5 Millimeter haben eine Länge von 2,2175, d. i. von ungefähr $2\frac{1}{2}$ Linie. *K.*

Stütze, worauf die Nadel ruht, so hoch machen, daſs die Stange Siegellak, wenn sie mit dem einen geriebenen Ende auf einer andern quer liegenden Stange oder gläsernen Röhre, und mit dem andern Ende auf dem Tische ruht, der den Apparat trägt, sich in der zum Gelingen des Versuchs erforderlichen Entfernung befindet. In diesem Falle theilt das Siegellak in der Kugel, auf welche es wirkt, eine der seinigen entgegengesetzte Electricität mit, woraus folgt, daſs man den umgekehrten Erfolg des vorigen erhält, d. h. die durch Glaselectricität sollicitirte Seite des Steines drängt die Nadel, gegen welche man ihn hält, zurück, und die Seite, welche Harzelectricität besitzt, zieht diese Nadel an *d*). Dieses Mittel ist dem ersten vorzuziehen, wenn der electrische Körper sehr klein ist, oder nur eine geringe Kraft hat.

Die Fig. 76 B stellt den eben beschriebenen Versuch vor. Man sieht auf ihr den Turmalin *tt'* durch eine Zange festgehalten, deren Griff der Beobachter, wie man sich denken muſs, so hält, daſs der Pol *t* in einer kleinen Entfernung von der Kugel *a* der Nadel

d) Es ist zu bemerken, daſs dies nur dann auf diese Art statt findet, wenn man den electrischen Körper derselben Kugel der Nadel nähert, welche gegen das Siegellak hin gekehrt ist. Die entgegengesetzte Kugel *b* hat entgegengesetzte, d. i. mit dem Siegellak gleichnamige oder Harzelectricität, weil das Siegellak auf die Nadel durch Vertheilung wirkt. Diese letztere Kugel also wird im gegenwärtigen Falle die Harzelectricität des Steines abstoſsen, die Glaselectricität anziehen. *K.*

steht. Cc ist die Stange Siegellak, welche mit dem einen Ende auf einer gläsernen Röhre U*u* ruht, und mit ihrem Ende C auf die Kugel *a* wirkt, um in ihr die Glaselectricität hervorzubringen.

In allem Vorhergehenden haben wir die Wirkungen der auf ein Mineral durch einen andern Körper ausgeübten Kraft so betrachtet, daſs wir uns den ersten in Bezug auf den zweiten passiv dachten. Was wir nunmehr active Electricität nennen, ist die, welche das Mineral selbst in dem Siegellak mittelst des Reibens erregt. Damit der Versuch besser gelinge, muſs man die Siegellakstange, nachdem man sie erwärmt hat, am Ende dadurch abplatten, daſs man sie auf einen glatten Körper drückt. Hierauf reibt man dasselbe Ende mit einem Theile des Minerals, welcher gleichfalls eben, oder wenigstens ohne Rauhigkeiten ist; dann hält man das Siegellak gegen die kupferne Nadel, unter welche man vorher eine andere, in oben erwähnter Art elektrisirte Siegellakstange gelegt hat.

Jeder Körper, dessen Reiben auf diese Art dem Siegellak eine gewisse Art von Electricität mittheilt, erhält zugleich die entgegengesetzte Electricität, so daſs man auf diese letztere Electricität vorzugsweise sehen, oder, was dasselbe ist, das Mineral in Rücksicht des Siegellaks als passiv betrachten könnte. Allein da die Mineralien, bei welchen dieser Versuch interessant wird, Leiter der Electricität sind, so ist es natürlicher, ihre Wirkung auf das Siegellak zu untersuchen, theils weil man sie sonst isoliren müſste, theils weil, wenn ihr Volumen etwas beträchtlich ist, ihre Electricität, da

sie sich auf ihre ganze Oberfläche verbreitet, nicht merklich genug seyn würde.

Bis hieher haben wir nur eine kleine Anzahl von Substanzen, welche in dem Siegellak Glaselectricität erregen, indeſs die übrigen ähnlichen Substanzen die entgegengesetzte Electricität darin erzeugen. Jenes sind gleichsam Ausnahmen vom gewöhnlichen Erfolge, aber eben dadurch im Stande, die Mineralien, an welchen sie sich finden, auszuzeichnen.

15. Magnetismus. Man weiſs, daſs zwei Magnete, welche mit ihren gleichnamigen, d. i. ihren Nordpolen oder ihren Südpolen gegen einander gekehrt sind, sich abstoſsen, statt daſs Anziehung statt findet, wenn die gegen einander gekehrten Pole ungleichnamig, der eine Nord- der andre Südpol ist. Man erkennt daher einen Magnet, d. i. ein Stück Eisen, welches sich im Zustand des permanenten Magnetismus befindet, daran, daſs die nehmliche Seite dieses Stückes, wenn man sie gegen beide Pole einer frei aufgehängten magnetisirten Stange nach einander hält, den einen anzieht, und den andern abstöſst, oder umgekehrt.

Nimmt man aber zu dieser doppelten Stellung ein Stück gewöhnliches Eisen, so wird in beiden Fällen Anziehung statt finden, weil der benachbarte Pol des Eisens dem gegen ihn gekehrten Theile einen Magnetismus mittheilen wird, welcher dem seinigen entgegengesetzt ist, so daſs es dann zwei Magnete sind, welche mit ihren ungleichnamigen Polen gegen einander über stehen. Der so erhaltene Magnetismus ist bloſs augenblicklich; er macht dem entgegengesetzten Mag-

netismus Platz, sobald das Eisen aus der Nachbarschaft des einen Poles in die des andern übergeht, und zerstreut sich augenblicklich, so wie das Eisen nicht mehr im Wirkungskreise der magnetisirten Stange ist.

Bei den Versuchen dieser Art ziehen wir der magnetisirten Stange eine rautenförmige Nadel von drei bis vier Zoll Länge vor, weil sie empfindlicher ist. Allein die magnetisirte Stange würde den Vorzug verdienen, wenn es z. B. darauf ankäme, die in einer pulvrigen Masse zerstreuten Eisentheilchen herauszulesen.

Beim Artikel vom oxydulirten Eisen werde ich zeigen, daſs die meisten Krystalle oder selbst die unförmlichen Stücke dieses Metalls, welche im Schooſse der Erde liegen, wenn sie nur nicht allzusehr oxydirt sind, wahre Magnete sind, deren Polarität man aber sehr oft nur durch Anwendung einer schwach magnetisirten Nadel bemerken kann, und dies aus einem Grunde, welchen ich an demselben Orte auseinandersetzen werde.

Geometrische Kennzeichen.

16. Formen. Kern- oder primitive Gestalt. Es ist ziemlich selten, daſs man ein Mineral unter der unmittelbar von der Natur ihm gegebenen Kerngestalt findet, und es giebt eine gewisse Anzahl von Gattungen, bei denen diese Form bloſs durch die Resultate der mechanischen Theilung und der Theorie bekannt geworden ist. Das rechte Maaſs der Kräfte, welche fähig sind, sie hervorzubringen, ist gleichsam nur ein Punkt, der öfters der Krystallisation mitten

unter der Menge von Umständen entgeht, welche auf so mannichfache Art auf den Gang dieser Operation Einfluſs haben.

Die Verschiedenheit der Kerngestalten muſs als ein sicheres Merkmahl einer Verschiedenheit in der Natur zweier Substanzen angesehen werden; und die Identität der Grundgestalt zeigt allemal die Identität im Wesen selbst an, wenn diese Form nicht eine von denen ist, welche einen ausgezeichneten Charakter von Regelmäſsigkeit besitzen, wie etwa der Kubus, das reguläre Octaëder u. s. f.

Sekundäre Formen. Um die sekundären Formen leichter beschreiben zu können, werden wir sie uns immer in der Lage denken, daſs die Linie, welche als ihre Axe angesehen werden kann, eine senkrechte Stellung hat, und sonach werden die mit dieser Axe parallelen Flächen auch den Namen vertikale Flächen führen; horizontale Flächen werden wir die nennen, welche auf ihr perpendiculär stehen, und schräge Flächen die, welche gegen die Axe geneigt sind.

Man ist bisweilen in dem Falle, daſs man die Neigung einer Fläche, welche sich auf der Zeichnung eines Krystalls vorn befindet, gegen die, welche auf der hintern Seite des Krystalls an sie grenzt, angeben muſs. Wir werden alsdann der letzteren den Namen Rückfläche (*face de retour*) geben. Wir wollen z. B. annehmen, bei dem (Fig. 61, VII Taf.) gezeichneten distischen Topas solle der Winkel angegeben werden, welchen eine von den Seitenflächen o, o mit der Fläche

bildet, die am hinteren Theile an jene stöſst, so werden wir sagen, die Neigung von *o* gegen die Rückfläche ist 39° 6′.

Die Formen der Krystalle sind manchen bloſs zufälligen Arten von Veränderungen unterworfen. Eine besteht darin, daſs gewisse Flächen in diesem Krystall dem Mittelpunkt näher oder von ihm entfernter sind, als in einem andern, welcher zu der nehmlichen Varietät gehört, jedoch so, daſs das Ganze immer einen gewissen Charakter von Symmetrie behält. In mehreren Fällen treffen diese Abänderungen bloſs die Durchmesser der Flächen und nicht die Anzahl ihrer Seiten. So verlängern sich manche dodecaëdrische Granate, deren Oberfläche, im Fall sie vollkommen symmetrisch wäre, aus zwölf gleichen und ähnlichen Rhomben bestehen würde, in der Richtung einer Axe, welche durch zwei entgegengesetzte Ecken von denen, die von drei Flächenwinkeln gebildet werden, gehen würde. Das Dodecaëder zeigt sich alsdann wie ein Körper, welcher sechs Seitenflächen hat, die verlängerte Rhomben *e*) sind, mit drei Endflächen an jeder Endspitze, welche wirkliche Rhomben sind. In andern Fällen verändern die Flächen selbst, oder wenigstens

e) Dergleichen vierseitige Figuren, wovon die beiden einander gegenüberstehenden Seiten gleich und parallel, aber ungleich den dazwischen liegenden sind, und solche unter schiefen Winkeln schneiden, nennt man im Deutschen bekanntlich Rhomboiden. Herr Haüy braucht aber diesen Ausdruck für Körper, die wir Rhomboëder genannt haben. *K.*

stens einige davon, ihre Figur durch Vermehrung oder Verminderung der Anzahl ihrer Seiten. So kann es geschehen, daſs, wenn man sich einen Würfel als Kerngestalt denkt, der an seinen acht Ecken eine Decreszenz um eine einzige Reihe erleidet, die Wirkung der Decreszenz bei dem Punkte unterbrochen wird, wo alle Flächen, welche er hervorbringt, gleichseitige Dreiecke sind, welche vom Mittelpunkt weit genug abstehen, so daſs sie nicht zusammenstoſsen; und dann werden die Flächen, welche den Flächen des primitiven Kubus parallel liegen, Achtecke seyn. Wenn dagegen dieselben Flächen mit einander in Berührung kommen, so werden die primitiven Flächen die Form des Quadrates behalten; wenn jene sich endlich schneiden, so werden sie sich in Sechsecke verwandeln, ohne daſs die primitiven Flächen aufhören, Quadrate zu seyn. Diese Abänderungen werden durch eine unendliche Menge von Graden, als eben so viel Annäherungen zu der Form des vollständigen Octaëders, welches das Ziel ist, nach denen das Gesetz der Decreszenz strebt, hindurchgehen können.

Allein mitten unter allen diesen Verschiedenheiten der Lage bleiben die Neigungen der Flächen des Krystalls beständig. Diese Wahrheit, welche durch die zahlreichen Beobachtungen Romé de l'Isle's in ihr völliges Licht gesetzt worden ist, ist eine nothwendige Folge davon, daſs das integrirende Molekül in seiner Form selbst unabänderlich ist, und daſs das Gesetz der Decreszenz seinerseits ebenfalls einen gleichbleibenden Gang nimmt, welcher bloſs in den verschiedenen, zu

einer und derselben Varietät gehörigen Krystallen mehr oder minder weit von seinem Ziele entfernt stehen bleibt.

Eine zweite Ursache der Abänderungen ist die, welche die Symmetrie und die Regelmäfsigkeit der krystallinischen Form stört, und deren Wirkung darauf hinausläuft, die Gleichheit der analogen Flächen zu zerstören, so dafs die einen sich sehr merklich ausdehnen, indefs die andern beinahe dem Auge entgehen. Die Theorie mufs von diesen Abänderungen abstrahiren, und sie als Null ansehen; allein sie sind für ein ungeübtes Auge, welches den Typus der ächten Form nicht leicht von den Zügen, die sie entstellen, unterscheiden kann, nur allzu reell, und hierin liegt die Quelle einer der gröfsten Schwierigkeiten, welche das Studium der Krystallographie hat. Nach regulären Krystallen entworfene Zeichnungen und Modelle von diesen Körpern können dem Naturforscher sehr behülflich seyn, um die übrigen Krystalle in Gedanken auf die Symmetrie, von welcher sie sich entfernen, zurückzuführen.

Diese Nachahmungen der Arbeit der Natur werden auch dazu dienen, eine Schwierigkeit von einer andern Art zu heben, nämlich die, welche aus der Gruppirung der zum Theil von einander bedeckten Krystalle oder daher entspringt, dafs sie zu wenig aus der Gangmasse hervorragen, worin sie mehr oder weniger verwachsen zu seyn scheinen, so dafs der Beobachter mit seiner Einbildungskraft jede dieser partiellen Formen ergänzen mufs.

Uebrigens kann ich sagen, dafs ich mehr als ein-

mal erstaunt gewesen bin, zu sehen, mit welcher Leichtigkeit junge Mineralogen, welche mit dem Geschmack an der Wissenschaft geometrische Uebungen verbanden, an Krystallen, deren Flächen äußerst unordentlich waren, alles an seinen gehörigen Platz stellten, oder aus dem Wenigen, was sie von einem in seinen Gang eingewachsenen Krystalle sahen, das Uebrige zu errathen wußten. Es scheint sogar ein besonderes Vergnügen, an die Lösung solcher kleiner Probleme gebunden zu seyn; es freut einen, daran eine Probe seines Scharfsinnes abzulegen, und man weiß es sich Dank, daß man die Natur, so zu sagen, schon mit dem halben Worte verstanden hat.

Um die Neigungen der Flächen eines Krystalls gegen einander oder seine hervorspringenden Winkel zu stimmen, bedient man sich eines Instruments, dessen Erfindung dem Bürger Carangeau gehört. Dieses Instrument, welches mit dem Graphometer viel Aehnlichkeit hat, besteht aus einem Halbzirkel MTN (Fig. 77) von Messing oder Silber, der in Grade abgetheilt ist, und zwei platte Stäbe (Aliladen) AB, FG hält, wovon der eine FG von *u* bis R mit einer Fuge durch und durch ausgehöhlt ist, ausgenommen an der Stelle K, wo man einen kleinen Querriegel gelassen hat, welcher nicht wesentlich dazu gehört, sondern nur dem Instrument mehr Festigkeit geben soll. Dieser Stab ist bei R und c auf ein messingenes Lineal befestigt, welches hinterwärts liegt, und mit dem Halbzirkel aus einem Stücke ist. Die Befestigung jenes Stabes mit diesem Lineale wird durch zwei kleine Schraubenspin-

deln bewerkstelligt, welche in die Fuge passen, und deren jede eine Schraubenmutter hat. Der andere Stab AB ist auf gleiche Art ausgehöhlt von *x* bis *c*, wo er über dem ersten mittelt der Schraubenspindel, welche an dieser Stelle befindlich ist, und durch beide Fugen hindurch geht, befestigt ist. Indem man die Schraubenmutter nachläſst, kann man die Theile cG, cB der beiden Stäbe nach Willkühr verkürzen, wie die Umstände es erfordern.

Da der Stab AB nur an einem einzigen Punkte in c ansitzt, wo der Mittelpunkt des Kreises ist, so läſst er sich um diesen Mittelpunkt herum frei bewegen, indeſs der Stab GF beständig in der Richtung des Diameters bleibt, welcher durch die Punkte Null und 180° geht.

Es wird nicht überflüſsig seyn, zu bemerken, daſs der obere Theil des Stabes AB an seinem Rande *sz*, dessen Richtung, unterwärts verlängert, durch den Mittelpunkt c des Instruments geht, in Form einer Schneide geschärft seyn muſs. Der Grund davon ist der, daſs dieser Rand das ist, was man die geltende Linie (*ligne de foi*) nennt, d. h. die Linie, welche auf dem graduirten Umkreis die Gröſse des gesuchten Winkels angiebt.

Wir wollen nunmehr annehmen, man wollte an einem Krystall den Winkel messen, welchen zwei benachbarte Flächen unter sich bilden. Es ist bekannt, daſs dieser Winkel gleich ist dem Winkel zwischen zwei aus einem und demselben Punkte der Durchschnittskante dergestalt gezogenen Linien, daſs sie auf dieser

Kante senkrecht stehen, und in den nehmlichen Ebenen liegen. Um diesen Winkel zu bekommen, legt man das Instrument so an, dafs die Theile cG, cB der beiden Stäbe kein Licht zwischen sich und den Ebenen, von denen die Rede ist, hindurchlassen, und ihre Ränder zugleich auf der Berührungskante senkrecht stehen. In diesem Fall sind die Flächen, welche den Krystall einfassen, Tangenten auf den beiden Ebenen, deren Neigung gegen einander man haben will. Ist dies geschehen, so sucht man auf dem Umkreis des Instruments den Grad, welchen die geltende Linie sz angiebt, oder den Winkel, welchen diese Linie mit der macht, die durch den Mittelpunkt c und durch den Punkt Null geht, welcher Winkel dem gleich ist, den die beiden Stücke Gc, cB der Stäbe unter sich bilden, weil dies Vertikalwinkel sind.

Es ist vortheilhaft, wenn man die genannten Theile nach Belieben kürzer machen kann, um den Schwierigkeiten zu entgehen, welche die Operation unausführbar machen würden, und welche entweder von der Gangmasse herkommen, an der der Krystall sitzt, oder von den benachbarten Krystallen, in welchen er zum Theil eingewachsen ist.

Es giebt indefs Fälle, wo diese Vorsicht nicht hinlänglich ist, und wo der gegen M gelegene Theil des Halbzirkels sehr geniren würde, wenn seine Stellung sich nicht ändern liefse. Der sinnreiche Erfinder des Instruments hat diesem Uebelstand mittelst des folgenden Mechanismus abgeholfen.

Die in c sich befindende Spindel hält aufser den

beiden Stäben eine stählerne Spreize, welche unter dem kupfernen Lineale, worauf der Stab GF unmittelbar befestigt ist, liegt. Das obere Ende dieser Spreize, oder dasjenige, welches gegen O hin liegt, hat einen runden Ausschnitt, worin eine stählerne Spindel paſst, die gleichfalls mit einer Schraubenmutter versehen ist. Ferner ist der Halbzirkel an der Stelle des 90sten Grades gebrochen, so daſs der Quadrant TM mittelst eines an jener Stelle angebrachten Charniers sich unter den Quadranten TN zurücklegen läſst, und so gut als weggenommen werden kann. Will man dies bewirken, so schraubt man die Schraubenmutter los, welche den oberen Theil der Spreize cO hält; man zieht den runden Ausschnitt, welcher sich oben an dieser Leiste befindet, von der Schraubenmutter ab, welche darin steckte, und legt die Leiste nieder bis unter das kupferne Lineal, welches den Stab GF trägt. Beträgt der gemessene Winkel über 90°, so stellt man den Quadranten TM wieder an seinen Ort, um den Werth des Winkels zu finden.

Man wird leicht den Nutzen des Gonyometers schätzen können, wenn man bedenkt, wie viel darauf ankommt, daſs bei den Beschreibungen der Krystalle die Winkel, welche ihre Flächen unter sich bilden, angegeben werden. Diese Angaben sind es, welche die Beschreibung durch sprechende und wahrhaft charakteristische Züge von den übrigen auszeichnen. Ohne dies ist dieselbe nur ein unvollkommner und roher Abriſs aus dem Groben, welcher auf mehrere verschiedene Gegenstände paſst.

So ist es nicht zureichend, von dem dodecaëdrischen Zirkon bloſs zu sagen, daſs er ein vierseitiges Prisma, an jedem Ende mit vier Rhombenflächen zugespitzt, bilde, welche auf den Seitenkanten aufgesetzt sind. Dieses Kennzeichen paſst eben so gut auf den Harmotom (Kreuzstein), auf den Stilbit (blättrigen Zeolith), auf das oxydirte Zinn u. s. w. Allein man setze hinzu, daſs die Seitenflächen rechte Winkel unter sich bilden, und daſs die Zuspitzungsflächen um 124° 12′ gegen einander geneigt sind, so beschränkt man die Beschreibung bestimmt auf den Zirkon. Sagt man, die Neigung betrage 121° 57′, so ist es der Harmotom; oder sagt man, es finden zwei verschiedene Neigungen statt, die eine um 123° 32′ und die andre um 112° 14′, so ist es der Stilbit.

Noch mehr; es können mehrere Varietäten einer und derselben Substanz Formen von derselben Gattung haben, welche sich bloſs durch die Gröſse ihrer Winkel unterscheiden lassen. Dahin gehören einestheils die sechs Rhomboëder und anderntheils die beiden Rhomboïdal-Dodecaëder, welche man bei der Gattung des kohlengesäuerten Kalkes antrifft. Wie soll man alle diese Varietäten genau beschreiben, welche sich bloſs durch das Mehr oder Weniger unterscheiden, wenn man die Unterschiede nicht scharf bestimmt? Und es giebt sogar Fälle, wo der Gebrauch des Gonyometers das einzige Mittel ist, um einen Irrthum zu vermeiden, der sich sonst unfehlbar in die Beschreibung einschleichen würde. So hat man Anfangs das Kalk-Rhomboëder, dessen Winkel nur etwa um 2° 18′ vom rech-

ten Winkel abweichen, für einen Würfel gehalten *f*), und es würde immerfort **kubischer Kalkspath** geheifsen haben, wenn nicht die geometrischen Messungen diese in doppelter Rücksicht fehlerhafte Benennung berichtigt hätten; in doppelter Rücksicht fehlerhaft, sage ich, sowohl an sich selbst, als auch in Beziehung auf die Theorie, welche darthut, dafs das Vorkommen des Würfels hier mit keinem symmetrischen Decreszenzgesetze vereinbar ist.

Eine der Hauptursachen, warum man den Gonyometer so ganz vernachläfsigt hat, rührt davon her, dafs sich einige Mineralogen an die Regel gebunden haben, man müsse sich einzig auf solche Kennzeichen beschränken, welche durch das blofse Verhalten derselben gegen die Sinne beobachtet werden könnten. Dadurch hat man sich der Hülfsmittel beraubt, die die Instrumente darbieten, welche unsern Sinnesorganen einen höheren Grad von Schärfe geben, und sie in den Stand setzen, bei der Bestimmung der Unterscheidungskennzeichen der Mineralien diejenige Genauigkeit zu erreichen, welche ihrerseits der Hauptcharakter der Wissenschaften ist. Ich habe Anhänger der reinen und blofsen Beobachtung gekannt, welche doch zu Gunsten

f) Es geht noch täglich so mit dem sogenannten **Würfel-Zeolith**. Nur einige Abänderungen desselben, welche zu Herrn Haüy's **Analcime** gehören, krystallisiren sich in wahren Würfeln; die andern Abänderungen sind sehr wenig geschobene **Rhomboëder**, und werden mit Recht zum **Chabasin** gerechnet.

K.

der Lupe eine Ausnahme machten *g*). Was ist nun aber ein Gonyometer anders, als eine Art von geometrischer Lupe, welche uns jene kleinen Unterschiede und Grade wahrnehmen läſst, die für unsere Augen, sich selbst überlassen, unmerkbar sind *h*)?

Auch die ebenen Winkel haben wir zuweilen angegeben *i*), zumal die der Kerngestalt und die, welche den sekundären Formen einen Charakter von Einfachheit und Regelmäſsigkeit aufdrücken, wie z. B. die Winkel von 90°, von 60° u. s. w.

Aus dem Vorhergehenden schlieſsen wir, daſs jede krystallinische Form, wenn man bloſs auf das sieht, was in ihr unveränderlich ist, d. h. auf die Zahl und die Neigungen ihrer Flächen gegen einander, wahrhaft charakteristisch ist, so daſs sie allein, unabhängig von aller andern Erwägung, die Gattung zu bestimmen dienen kann, zu welcher der Krystall, der sie besitzt, gehört. Nur ist davon der Würfel, das reguläre Octaëder, das reguläre Tetraëder, das Rhomboidal-Dodecaëder und das reguläre sechsseitige Prisma auszunehmen. So zeigt die Form des ungleichseitigen Trian-

g) Auch wird das Messer, der Feuerstahl etc. von den populären Oryktognosten häufig angewendet. *K.*

h) Der Bürger Ferrat, ein geschickter Arbeiter mathematischer Instrumente, verfertigt kupferne und silberne Gonyometer mit aller der Vollkommenheit, welche diese Art von Instrument gestattet.

i) Man kann diese Winkel mittelst etwas passend ausgeschnittener Pappe, oder durch Hülfe zweier sehr dünner stählernen Richtscheidte (*reglés*) messen, welche sich mittelst eines Charniers über einander bewegen.

gular-Dodecaëders, dessen Flächen abwechselnd um 144° 20′ 26″ und 164° 28′ 40″ unter sich geneigt sind, an und für sich schon eine Varietät des kohlengesäuerten Kalkes an.

Dem zufolge lieſse sich ein System errichten, nach welchem man, wenn eine krystallinische Form gegeben wäre, erkennen könnte, in welche Gattung sie gesetzt werden müſste.

Man merkt leicht, daſs, wenn man die Flächen der Krystalle in Rücksicht auf ihre Zahl, welche von 4 bis zu 60 und mehr variirt, in Rücksicht auf ihre vertikale, schräge oder horizontale Lage, und auf andere Arten, wie sie vorkommen können, betrachtet, Abtheilungen und Unterabtheilungen sich ergeben würden, die um so genauer wären, da die Geometrie sie festzusetzen und zu umgrenzen diente. Ein solches System wäre bloſs künstlich; allein es würde seinen Hauptzweck erfüllen, und man sieht sogar, daſs durch dessen Beistand ein Geometer, welcher kein Naturkundiger wäre, und bloſs die Sammlung der krystallinischen Formen in Modellen von Holz hätte, im Stande wäre, die mineralogischen Aufschriften zu dieser Sammlung zu machen. Bloſs die, mehreren verschiedenen Gattungen, gemeinsamen Formen, würden auf mehrere Namen führen, zwischen welchen man nicht weiter wählen könnte, als zufolge der Ansicht der natürlichen Krystalle. Hier würde man neben der Form noch auf ein zweites Kennzeichen sehen, und dies wäre der letzte Schritt, den man zu thun hätte, um seinen Zweck zu erreichen. So würde der Geschmack, ver-

bunden mit der kubischen Form, augenblicklich das salzgesäuerte Natrum (Steinsalz) anzeigen. Eine speisgelbe metallische Farbe, die ein Körper von der nehmlichen Form zurückwürfe, würde das geschwefelte Eisen (Schwefelkies) zu erkennen geben u. s. f.

17. Struktur. Mechanische Zertheilung. Das Kennzeichen, welches durch diese Operation erhalten wird, ist, wie wir schon bemerkt haben, das einzige, welches an den Abänderungen gar keinen Theil nimmt, die durch Beimengung heterogener Materien hervorgebracht werden, deren Einflufs die Härte, das specifische Gewicht, die Schmelzbarkeit u. s. f., selbst die Resultate der Analyse modificirt. Es kann zwar wohl in den unförmlichen Stücken, die durch eine verworrene Krystallisation entstanden sind, verschwinden; allein überall, wo es sich nur blicken läfst, giebt es bei ihm kein Mehr oder Weniger. Es schneidet gewissermafsen alles ab, was bei der Mischung einer Substanz blofs zufällig ist; und indefs diese Substanz in allen übrigen Rücksichten eine Reihe von Nüancen durchgeht, hält sich die Gröfse der primitiven Winkel bei dem nehmlichen Grade; und sobald die Substanz ihre Natur ändert, tritt auf einmal ein gewaltiger Sprung im Werthe der Winkel ein.

Wir wagen es zu hoffen, dafs die, welche dies Lehrbuch aufmerksam lesen, den Vortheil wahrnehmen werden, welchen wir von dem Kennzeichen, wovon die Rede ist, zur Festsetzung der Gattungen gezogen haben. Bei den ersten Untersuchungen, die dasselbe zum Gegenstand hatten, war unsere Absicht nur, es

zur Basis einer Theorie zu machen, welche über die Krystallographie Licht zu verbreiten geschickt wäre. Allein mannichfaltige Anwendungen, welche wir von dieser Theorie machten, brachten uns dahin, von dieser oder jener Gattung gewisse Krystalle auszuschliefsen, welche man dazu gerechnet hatte, und welche mit den Gesetzen der Struktur, deren die zu dieser Gattung gehörigen Formen fähig waren, nicht zusammenstimmten, indefs andere Krystalle, welche bis dahin unter verschiedene Gattungen gesetzt worden waren, Gesetzen gehorchten, welche erheischten, dafs man sie zusammenstellte; und seit dieser Zeit sahen wir ein, dafs diese Theorie, welche Anfangs blofs auf einen Zweig der Mineralogie beschränkt zu seyn schien, ihren Einflufs über die ganze Wissenschaft ausdehnen und dazu beitragen konnte, mehr Regelmäfsigkeit und Richtigkeit in die Eintheilung der Dinge, die sie umfafst, zu bringen.

18. Bruch. Er darf mit der Struktur nicht verwechselt werden. Hat man ein Mineral zerbrochen, und wird man in seinem Innern ein blättriges, körniges oder fasriges Gefüge gewahr, so ist dies die Wirkung einer Zusammenhäufung, welche schon vorher in dem Körper existirte *k*). Sieht man aber eine wel-

k) Dies ist allerdings richtig; allein man entblöfst doch erst an den Körpern von einer besonderen oder regelmäfsigen äufseren Gestalt diese innere Form durchs Zerschlagen oder Zerbrechen. Nur werden dann mehrere Kennzeichen zugleich sichtbar, nämlich: die Bruchfläche, der Bruchglanz, die Gestalt der abgesonderten Stücke und der Absonderungsglanz. Oft auch schon die Gestalt regelmäfsiger Bruchstücke. Alles

lenförmige Fläche oder Arten von kleinen Splittern, welche nichts anders, als sehr kleine Fragmente sind, die noch zum Theil an der Substanz anhängen, so ist ein solches Aussehen das Werk des Bruchs. Da dasselbe aber ursprünglich von einer gewissen Art der Zusammenhäufung abhängt, so findet es sich ziemlich allgemein in den Stücken der nehmlichen Substanz wieder, und in sofern kann es als Merkmahle dienen, woran man sie wieder erkennen kann.

Die Mineralien, bei welchen es an einem der zur völligen Darstellung der Kerngestalt erforderlichen Schnitte fehlt, zeigen an der Stelle, wo diese Schnitte sich finden sollten, einen eigentlich sogenannten Bruch. Beim Amphibol (der basaltischen Hornblende) z. B. ist der Durchgang der Blätter, der den Seitenflächen des Prisma's parallel geht, sehr deutlich, indefs man in der Richtung der Grundflächen keinen wahrnimmt, so dafs der Krystall, statt nach eben dieser Richtung sich regelmäfsig theilen zu lassen, zerbricht. Es findet sich also hier ein mehrfacher Längendurchgang der Blätter mit einem Querbruche. In andern Fällen ist der Durchgang der Blätter den Grundflächen parallel, und der Bruch geht der Länge nach. Wir werden die verschiedenen Richtungen angeben, nach welchen der Bruch statt hat; und wenn nach keiner Richtung ein Durchgang der Blätter sichtbar ist, wie dies beim Achat-

dies zusammengenommen gehört zur Textur oder Struktur, und ist freilich sehr verschieden von einem ganz einfachen dichten Bruch. K.

Quarz der Fall ist, so werden wir sagen, der Bruch ist unbestimmt.

Anmerkungen zu den chemischen Kennzeichen.

1. Das Schmelzen vor dem Löthrohr. Man hat Löthrohre von verschiedenen Formen ausgedacht, die aus mehreren Metallstücken, welche in einander passen, zusammengesetzt sind. Die Mineralogen sind heut zu Tage zu einer bloſsen, an dem einen Ende gebogenen, gläsernen Röhre zurückgekehrt, deren Oeffnung an diesem Ende sehr klein seyn muſs, so daſs, wenn es gegen die Flamme einer Wachskerze, welche der Flamme eines Talglichtes vorzuziehen ist, gerichtet wird, es mitten in dieser Flamme eine Art Pfeil von einer blauen Farbe hervorbringt. Gegen die Spitze dieses Pfeils hält man ein sehr kleines Stück der Substanz, die man probiren will, indem man es mit einer kleinen Zange faſst, deren Enden sehr dünn seyn müssen, damit sie wenig Wärmestoff verschlucken.

Manche Körper fritten sich, ohne zu schmelzen, d. h. ihre Oberfläche bedeckt sich mit einem firniſsähnlichen Ueberzug. Andre schmelzen zu einer glasigen Kugel, welche nach der Beschaffenheit der Substanz verschieden gefärbt seyn kann. Mehrere geben eine aufgequollene Masse, deren Volumen das des probirten Stückes um mehreremale übersteigt. Es giebt welche, die nach dem Schmelzen zu einer Schlacke werden, d. i. zu einer Materie, die wie zerfressen ist, u. s. w. Die Flamme selbst gehört zuweilen wegen

eines besonderen Glanzes oder der Nüance der Farbe mit zur Beobachtung des Kennzeichens.

Der ungünstigste Umstand für diese Art von Versuchen ist der, wo im Fall, daſs die Substanz sich der Schmelzbarkeit gewissermaſsen nähert, die Dicke des Stücks und seine mehr oder minder spitzige Gestalt das Resultat variiren macht. Man bemerkt auch, daſs die Gegenwart eines zufälligen Stoffes im Stande ist, eine Schmelzung zu bewirken, welcher die Substanz im reineren Zustande widerstehen würde.

Wendet man ein fluſsbeförderndes Mittel an, welches bloſs verglasbar ist, wie z. B. den Borax, so legt man ihn mit dem Stücke, das man probiren will, in eine kleine Höhlung einer gut ausgebrannten Kohle. Ist aber das fluſsbefördernde Mittel von der Beschaffenheit, daſs es durch die Kohle eingesogen wird, wie z. B. die Pottasche, so nimmt man statt der Kohle einen kleinen Löffel von Platina. Man giebt Acht, wie die Schmelzung vor sich geht, mit oder ohne Aufbrausen, was für Verschiedenheiten in Farbe und Aussehen das Gemisch zeigt u. s. w.

Es wäre zu wünschen, daſs ein geübter Chemiker in Rücksicht auf die Kennzeichen, welche sich von dem Schmelzen vor dem Löthrohre hernehmen lassen, eine Reihe mit Sorgfalt angestellter Versuche unternähme, deren Resultate Zutrauen einzuflöſsen geschickt wären. Der Bürger Lelievre, Mitglied des National-Instituts, der sich mit dieser Arbeit beschäftigt hat, ist so gefällig gewesen, mir die Resultate, welche er erhalten hat, mitzutheilen, und mir

zu erlauben, im gegenwärtigen Lehrbuch davon Gebrauch zu machen.

2. Wirkung der Säuren. Man kann sich auf zwei Säuren beschränken, die Salpetersäure und die Schwefelsäure. Will man eine Probe mit dem Kennzeichen machen, das vom Aufbrausen entlehnt ist, so ist es besser, anstatt die Säure auf die Oberfläche des Stückes, das der Probe unterworfen wird, zu gieſsen, lieber ein Paar Tropfen auf eine Glasplatte *l*) fallen zu lassen, und in diese kleine Masse von Flüssigkeit ein von dem nehmlichen Stück abgetrenntes kleines Stückchen zu werfen. Diese Art zu verfahren hat unter andern Vorzügen auch den, daſs sie zu erkennen giebt, ob die Auflösung vollständig geschieht, oder ob ein Rückstand bleibt.

I. Specifische Gewichte der Mineralien, reducirt auf die des destillirten Wassers, als Einheit genommen, bei der Temperatur von 14° Réaumur.

Es ist in die erste Kolumne linker Hand die Reihe der gewöhnlichen Zahlen gesetzt, welche den Rang bezeichnen sollen, den ein jedes specifisches Gewicht einnimmt. Ferner stehen hinter den Gewichten mancher Varietäten solche Zahlen, welche auf die Zahlen der ersten Kolumne hinweisen, und dazu dienen die

specifiquen

l) Bequemer bedienet man sich dazu eines konkaven Uhrglases. *K.*

specifiquen Gewichte anderer Varietäten derselben Gattung zu finden. Diese Einrichtung gründet sich darauf, daſs es ziemlich oft geschieht, daſs mehrere Stücke einer und derselben Gattung verschiedene specifische Gewichte haben, zwischen welchen das Gewicht von Mineralien, die zu einer andern Gattung gehören, fällt. Die Nummern, worauf verwiesen wird, werden dies Uebergreifen anzeigen, und den Beobachter in den Stand setzen, die Grenzen zu erkennen, zwischen welche die Resultate fallen, die sich auf ein jedes Mineral beziehen. Auch das eigenthümliche Gewicht der geschmolzenen und gereinigten metallischen Substanzen ist hinzugefügt worden.

1. 20,98 Platin im geschmolzenen, gereinigten und geschmiedeten Zustande.
2. 19,2581. Gold im geschmolzenen und gereinigten Zustande.
3. 15,6017. Gediegen Platin in Körnern.
4. 13,5681. Gediegen Quecksilber.
5. 11,3523. Blei, geschmolzen und gereinigt.
6. 10,4743. Silber, geschmolzen und gereinigt.
7. 9,8227. Wismuth, geschmolzen.
8. 9,4406. Antimonialsilber.
9. 9,2301. Rothes oxydirtes Quecksilber.
10. 9,0202. Gediegen Wismuth.
11. 9,0000. Nickel, geschmolzen und gereinigt.
12. 8,8785. Rothes zu Drath gezogenes Kupfer.
13. 8,5844. Gediegen Kupfer aus Sibirien.
14. 8,5384. Kobalt, geschmolzen und gereinigt.
15. 7,788. Geschmiedetes Eisen.

16. 7,7880. Rothes Kupfer, geschmolzen.
17. 7,7207. Arsenikal-Kobalt.
18. 7,5873. Krystallisirtes schwefelsaures Blei.
19. 7,5000. Geschwefeltes Uran.
20. 7,3333. Eisenhaltiges Scheelerz. (24.)
21. 7,2914. Zinn, geschmolzen und gereinigt.
22. 7,2070. Eisen, geschmolzen.
23. 7,1908. Zink, geschmolzen.
24. 7,1195. Eisenhaltiges Scheelerz. (20.)
25. 6,9411. Grünes prismatisches phosphorgesäuertes Blei aus dem Breisgau. (28.)
26. 6,9348. Röthliches oxydirtes Zinn. (30.).
27. 6,9099. Geschwefeltes Silber.
28. 6,909. Gelbliches prismatisches phosphorgesäuertes Blei von Huelgoët. (25.)
29. 6,9022. Rothes geschwefeltes Quecksilber (Zinnober) von Almaden.
30. 6,9009. Schwärzliches oxydirtes Zinn. (26.)
31. 6,8500. Manganes, gereinigt.
32. 6,7021. Spieſsglanz, geschmolzen, gereinigt.
33. 6,6481. Arsenikal-Nickel. (34.)
34. 6,6086. Dasselbe. (33.)
35. 6,5585. Kohlengesäuertes Blei. (39.)
36. 6,5304. Geschwefeltes Uran.
37. 6,5223. Arsenikal-Eisen.
38. 6,4509. Grauer Kobalt.
39. 6,0717. Kohlengesäuertes Blei. (35.)
40. 6,0665. Kalkerdiges oxydirtes Scheelerz.
41. 6,0466. Arseniksaures Blei.
42. 6,0269. Chromsaures Blei.

43. 5,7633. Arsenik, geschmolzen.
44. 5,7249. Gediegen Arsenik.
45. 5,7060. Oxydirter Arsenik. (52.)
46. 5,5886. Geschwefeltes Spiesglanzsilber. (47.)
47. 5,5637. Dasselbe. (46.)
48. 5,4860. Molybdänsaures Blei.
49. 5,3380. Geschwefeltes Kupfer. (56.)
50. 5,2180. Vulkanischer Eisenglanz. (51.)
51. 5,0116. Eisenglanz. (50.
52. 5,0000. Oxydirter Arsenik. (45.)
53. 4,9394. Primitives oxydulirtes Eisen. (75.)
54. 4,8983. Blutrothes oxydirtes Eisen. (Rotheisenstein.) (108. 122. 156.).
55. 4,8648. Graukupfer.
56. 4,8100. Geschwefeltes Kupfer. (49.).
57. 4,7563. Oxydirtes Manganes.
58. 4,7491. Krystallisirtes geschwefeltes Eisen. (81. 126.)
59. 4,7488. Salzgesäuertes Silber.
60. 4,7385. Geschwefeltes Molybdän.
61. 4,5547. Metallisirendes oxydirtes Manganes. (73. 79.)
62. 4,5165. Geschwefeltes Spiesglanz. (78.)
63. 4,4712. Krystallisirter schwefelgesäuerter Baryt. (64. 70.)
64. 4,4228. Derselbe. (63. 70.)
65. 4,4161. Zirkon. (66.)
66. 4,3858. Derselbe. (65.)
67. 4,3711. Arsenikhaltiges Gediegen-Wismuth.
68. 4,3500. Gesckwefeltes Zinn.
69. 4,3154. Kupferkies.
70. 4,2984. Derber schwefelgesäuerter Baryt. (63. 64.)

71. 4,2919. Kohlengesäuerter Baryt.

72. 4,2833. Rother Telesin (Saphir). (82. 87. 90. 91.)

73. 4,2491. Metallisirend oxydirtes Manganes. (61. 79.)

74. 4,2469. Oxydirtes Titan aus Frankreich. (80.)

75. 4,2437. Ungestaltetes oxydulirtes Eisen. (53.)

76. 4,1888. Böhmischer Granat. (84. 88. 102.)

77. 4,1665. Geschwefelter Zink.

78. 4,1327. Geschwefeltes Spiesglanz. (62.)

79. 4,1165. Ungestaltetes oxydirtes Manganes. (61. 73.)

80. 4,1025. Oxydirtes Titan aus Ungarn. (74.)

81. 4,1006. Strahliges geschwefeltes Eisen. (58. 126.)

82. 4,0769. Blauer Telesin aus Frankreich. (72. 87. 90. 91.)

83. 4,0643. Spiesglanz, geschmolzen, insgemein sogenanntes rohes Spiesglanz.

84. 4,0627. Dodecaëdrischer Granat. (76. 88. 102.)

85. 4,0497. Gadolinit.

86. 4,0326. Chromsaures Eisen.

87. 4,0106. Gelber Telesin. (72. 82. 90. 91.)

88. 4,0000. Violetter, sogenannter syrischer Granat. (76. 84. 102.)

89. 4,0000. Quarzhaltiges oxydirtes Eisen, sogenannter Schmirgel.

90. 3,9941. Blauer Telesin. (72. 82. 87. 91.

91. 3,9911. Wasserklarer Telesin. (72. 82. 87. 90.)

92. 3,9581. Krystallisirter schwefelgesäuerter Strontian aus Sicilien. (107.)

93. 3,8732. Korund.

94. 3,8571. Anatas. (Oisanit.)

95. 3,7961. Cymophan. (Chrysoberyll.)

96. 3,7931. Pleonast. (Zeylanit.)
97. 3,7600. Spinell. (103.)
98. 3,7076. Erdiges oxydirtes Manganes.
99. 3,6750. Kohlengesäuerter Strontianit. (101.)
100. 3,6720. Eisenhaltiger kohlengesäuerter Kalk.
101. 3,6583. Kohlengesäuerter Strontianit. (99.)
102. 3,6511. Grünlicher Granat aus Sibirien. (76. 84. 88.)
103. 3,6458. Spinell. (97.)
104. 3,6412. Verwachsenes (*concretionné*) grünes kohlengesäuertes Kupfer (Malachit). (109.)
105. 3,6082. Blaues kohlengesäuertes Kupfer (Kupferlasur).
106. 3,6063. Wernerit.
107. 3,5827. Faseriger schwefelgesäuerter Strontianit. (92.)
108. 3,5731. Blutrothes oxydirtes Eisen. (54. 122. 156.)
109. 3,5718. Seidenartiges grünes kohlengesäuertes Kupfer. (104.)
110. 3,5640. Sächsischer Topas. (111. 113. 114. 115.)
111. 3,5535. Wasserklarer Topas. (110. 113. 114. 115.)
112. 3,5500. Orangefarbner Diamant. (116. 118. 125.)
113. 3,5489. Grünlichblauer Topas. (110. 111. 114. 115.)
114. 3,5365. Brasilianischer Topas. (110. 111. 113. 115.)
115. 3,5311. Rother Topas. (110. 111. 113. 114.)
116. 3,5310. Rosenrother Diamant. (112. 118. 125.)
117. 3,5236. Krystallisirter oxydirter Zink.
118. 3,5212. Wasserklarer Diamant. (112. 116. 125.)
119. 3,5170. Disthen (Cyanit).
120. 3,5145. Pycnit (Stangenstein).
121. 3,5100. Kiesel-kalkiger Titan.

122. 3,4771. Schwärzliches oxydirtes Eisen. (54. 108 156.)

123. 3,4529. Epidot. (Thallit.)

124. 3,4522. Gelber geschwefelter Arsenik.

125. 3,4444. Brasilianischer Diamant. (112. 116. 118.)

126. 3,4402. Strahliges geschwefeltes Eisen. (58. 81.)

127. 3,4285. Peridot. (Chrysolith.)

128. 3,4090. Idocras vom Vesuv (Vesuvian). (149.)

129. 3,3636. Turmalin. (143. 145. 148. 150. 152.)

130. 3,3384. Rother geschwefelter Arsenik.

131. 3,3333. Actinot. (Strahlstein.)

132. 3,3000. Dioptas.

133. 3,2956. Violetter Axinit.

134. 3,2861. Staurolith.

135. 3,2741. Nephelin. (Sommit.)

136. 3,2500. Amphibol. (basaltische Hornblende.)

137. 3,2265. Pyroxen. (Augit.)

138. 3,2133. Grüner Axinit.

139. 3,2000. Grammatit. (161.)

140. 3,2000. Phosphorgesäuerter Kalk, genannt Apatit. (147.)

141. 3,1911. Rother flufsgesäuerter Kalk. (142.).

142. 3,1555. Klarer flufsgesäuerter Kalk. (141.)

143. 3,1555. Grüner Turmalin. (129. 145. 148. 150. 152.)

144. 3,1372. Sphen.

145. 3,1307. Blauer Turmalin. (129. 143. 148. 150. 152.

146. 3,1212. Gelbes oxydirtes Uran.

147. 3,0989. Phophorgesäuerter Kalk, genannt Chrysolith *m*), (140.)

148. 3,0926. Schwarzer Turmalin. (129. 143. 145. 150. 152.)

149. 3,0882. Idocras aus Sibirien. (128.).

150. 3,0863. Brauner Turmalin aus Spanien. (129. 143. 145. 148. 152.)

151. 3,0625. Euclas.

152. 3,0541. Brauner Turmalin von Zeylon. (129. 143. 145. 148. 150.)

153. 3,0534. Knolliger gediegener Arsenik.

154. 3,0000. Diallag.

155. 2,9958. Unbiegsamer Asbest. (202. 229. 230. 233.)

156. 2,9904. Graphitisches oxydirtes Eisen. (54. 108. 122.)

157. 2,949. Kryolith, alkalinischer flufsgesäuerter Thon.

158. 2,9454. Lazulith aus Sibirien.

159. 2,9444. Macle (Chiastolith).

160. 2,9342. Schwarzer Glimmer. (167. 177. 186.)

161. 2,9257. Grammatit. (139.)

162. 2,8729. Topfstein, steatitischer Talk. (168. 183.)

163. 2,8378. Perlartiger eisenhaltiger kohlengesäuerter Kalk.

164. 2,8376. Blättriger kohlengesäuerter Kalk, genannt Marmor, von Paros. (166. 171. 173. 174. 180. 192. 210.)

165. 2,8160. Onyx *n*), Jaspisquarz. (175. 185.)

m) Nur in Frankreich, nicht in Deutschland, giebt man einem Apatit die falsche Benennung Chrysolith. Unser Chrysolith ist der Peridot der Franzosen. *W.*

n) Der wahre Onyx ist bekanntlich Chalcedon. *K.*

166. 2,8110. Sintriger kohlengesäurrter Kalk. (164. 171. 173. 174. 180. 192. 210.)

167. 2,7917. Blättriger Glimmer. (160. 177. 186.)

168. 2,7902. Dichter steatitischer Talk (Speckstein). (162. 183.)

169. 2,7755. Grüner Schmaragd. (170.)

170. 2,7227. Gelblichgrüner Schmaragd, genannt Beryll. (169.)

171. 2,7182. Krystallisirter kohlengesäuerter Kalk. (164. 166. 173. 174. 180. 192. 210.)

172. 2,7176. Chabasin (Rhomboidal-Zeolith).

173. 2,7168. Zuckerartiger *o*) kohlengesäuerter Kalk. (164. 166. 171. 174. 180. 192. 210.)

174. 2,7151. Klarer kohlengesäuerter Kalk. (164. 166. 171. 173. 180. 192. 210.)

175. 2,7101. Gelber Jaspisquarz. (165. 185.)

176. 2,7045. Grüner Feldspath. (179. 201. 204. 208.)

177. 2,7044. Weiſser Glimmer. (160. 167. 186.)

178. 2,6969. Prehnit vom Cap. (196.)

179. 2,6925. Opalisirender Feldspath. (Labradorstein.) (176. 201. 204. 208.)

180. 2,6747. Korallenartiger kohlengesäuerter Kalk. (164. 166. 171. 173. 174. 192. 210.)

181. 2,6701. Rosenrother glasiger Quarz. (187. 188. 189. 190. 199.)

182. 2,6695. Rother harziger Quarz (Opal). (211. 215. 217. 220.)

o) Von den feinkörnigen abgesonderten Stücken und der schneeweiſsen Farbe so benannt, welche diesen Urkalk in der Ferne dem schönsten Zucker ähnlich machen. *K.*

183. 2,6689. Schuppiger Talk. (162. 168.)

184. 2,6645. Chalcedon - Agathquarz. (193. 194. 197. 198. 200.)

185. 2,6612. Rother Jaspisquarz. (165. 175.)

186. 2,6546. Gelber Glimmer. (160. 167. 177.)

187. 2,6542. Gelber glasiger Quarz. (181. 188. 189. 190. 199.)

188. 2,6535. Violetter glasiger Quarz. (181. 187. 189. 190. 199.)

189. 2,653. Klarer glasiger Quarz. (181. 187. 188. 190. 199.)

190. 2,6459. Fetter glasiger Quarz. (181. 187. 188. 189. 199.)

191. 2,6305. Dipyr.

192. 2,6207. Stinkender kohlengesäuerter Kalk (Stinkstein). (164. 166. 171. 173. 174. 180. 210.)

193. 2,6150. Chalcedon - Agathquarz. (184. 194. 197. 198. 200.)

194. 2,6137. Karneol-Agathquarz. (184. 193. 197. 198. 200.)

195. 2,6111. Krystallisirter quarzhaltiger kohlengesäuerter Kalk.

196. 2,6097. Prehnit aus Frankreich. (178.)

197. 2,6025. Sardon-Agathquarz. (184. 193. 194. 198. 200.)

198. 2,5941. Feuerstein - Agathquarz. (184. 193. 194. 197. 200.

199. 2,5813. Blauer glasiger Quarz. (181. 187. 188. 189. 190.)

200. 2,5805. Chrysopras - Agathquarz. (184. 193. 194. 197. 198.)

201. 2,5782. Perlmutterartiger Feldspath. (Adular.) (176. 179. 204. 208.)

202. 2,5779. Biegsamer Asbest. (Amianth.) (155. 229. 230. 233.)

203. 2,5660. Boraxgesäuerter Talk. (Boracit.)

204. 2,5644. Klarer Feldspath. (176. 179. 201. 208.)

205. 2,5000. Stilbit (blättriger Zeolith).

206. 2,4775. Weiſser oxydirter Arsenik.

207. 2,4684. Amphigen. (Leucit.)

208. 2,4378. Röthlicher Feldspath. (176. 179. 201. 204.)

209. 2,3333. Harmotom. (Kreuzstein.)

210. 2,3239. Stalactitischer kohlengesäuerter Kalk. (164. 166. 171. 173. 174. 180. 192.)

211. 2,3191. Schwärzlicher harziger Quarz. (182. 215. 217. 220.)

212. 2,3117. Krystallisirter schwefelgesäuerter Kalk (Gips). (213. 214.)

213. 2,3108. Dichter schwefelgesäuerter Kalk. (212. 214.)

214. 2.3057. Fasriger schwefelgesäuerter Kalk. (212. 213.)

215. 2,2950. Hydrophan - harziger Quarz. (182. 211. 217. 220.)

216. 2,2456. Gekohltes Eisen (Graphit) aus Deutschland. (218.)

217. 2,1140. Opal - harziger Quarz. (edler Opal.) (182. 211. 215. 220.)

218. 2,0891. Gekohltes Eisen aus England. (216.)

219. 2,0833. Mesotyp. (Zeolith.)

220. 2,0499. Schwarzer harziger Quarz. (182. 211. 215. 217.)
221. 2,0332. Natürlicher Schwefel.
222. 2,0000. Analcim. (Würfelzeolith.)
223. 1,8000. Anthracit. (Kohlenblende.)
224. 1,6660. Mellit. (Honigstein.)
225. 1,3292. Dichte Steinkohle.
226. 1,2590. Gagat.
227. 1,1044. Schlackiges Erdpech.
228. 1,0780. Bernstein.
229. 0,9933. Schwimmender Asbest. (Bergkork.) (155. 202. 230. 233.)
230. 0,9088. Biegsamer Asbest in langen seidenartigen Fäden. (155. 202. 229. 233.)
231. 0,8783. Flüssiges Erdpech, genannt Bergöhl. (232.)
232. 0,8475. Flüssiges Erdpech, genannt Naphtha. (231.)
233. 0,6806. Bergkork. (155. 202. 229. 230.)

II. Verschiedene Grade der Härte der Substanzen, welche insgemein unter dem Namen *Steine* bekannt sind.

In der hier beigefügten Tabelle geben wir sowohl die Wirkung des Schlages mit dem Feuerstahle, als auch die Wirkung, welche das Reiben eines eckigen Stückes von einem Körper auf der Oberfläche eines andern hervorbringt, zugleich an.

Die Körper, welche bei den Versuchen dieser zweiten Art zur Vergleichung angewendet worden sind, waren erstens ein Stück klarer glasiger Quarz, zwei-

tens eine weiſse Glasplatte und drittens ein durchsichtiges Blättchen von kohlengesäuertem Kalke.

Wenn eine Substanz dafür angesehen werden soll, daſs sie eine andere, z. B. das Glas, ritze, so muſs sie dieselbe merklich angreifen, und eine Art von Furche darauf hinterlassen. Wir haben versucht, die Mineralien, die zu einer jeden Abtheilung gehören, so ziemlich nach der Ordnung ihrer relativen Härte zu rangiren. Auf diese Weise wird das Kennzeichen um so stärker hervorspringen, je höher der angewendete Körper in der Reihe, auf welche es sich bezieht, steht.

Uebrigens kann die Gegenwart fremdartiger Stoffe, mit denen ein Mineral oftmals vermengt ist, so viel Abänderungen in dem Kennzeichen, von welchem die Rede ist, veranlassen, und es ist überdem so schwer, es mit einer gewissen Schärfe zu bestimmen, daſs wir hier bloſs die Annäherungs-Resultate darlegen können, und zudem noch in der Voraussetzung, daſs sich die Substanzen im Zustande der Reinheit befinden, weil man sich diese Resultate nur darauf bezogen denken muſs.

I. Substanzen, welche den Quarz ritzen:

Insgemein Funken gebend.	Diamant. Korund. Telesin. (Saphir.) Cymophan. (Chrysoberyll.) Rubin. Topas. Zirkon. Granat.

Insgemein Funken gebend.	Turmalin. Pleonast. (Zeylanit.) Schmaragd.

II. Substanzen, welche das Glas ritzen:

Insgemein Funken gebend.	Quarz. Peridot. (Chrysolith.) Idocras. (Vesuvian.) Euclas. Axinit. Feldspath. Epidot. (Thallit.) Gadolinit. Wernerit. Boraxgesäuerter Talk. Mejonit. Staurolith.
Zuweilen Funken gebend.	Pycnit. Sphen. Amphigen. (Leucit.) Amphibol. (basaltische Hornblende.) Pyroxen. (Augit.) Prehnit. Macle. (Chiastolith.) Disthen. (Cyanit.) Actinot. (Strahlstein.) Grammatit. (Baikalit.) Dipyr. Unbiegsamer Asbest.

Substanzen, welche den kohlengesäuerten Kalk ritzen:

Nicht Funken gebend.

- Diallag.
- Lazulith.
- Phosphorgesäuerter Kalk.
- Harmotom. (Kreuzstein.)
- Grammatit. (Tremolith.)
- Nephelin. (Sommit.)
- Anatas. (Oisanit.)
- Analcim. (Würfelzeolith.)
- Chabasin. (Rhomboidalzeolith.)
- Mesotyp. (Zeolith.)
- Stilbit. (blättriger Zeolith.)
- Flufsgesäuerter Kalk.
- Schwefelgesäuerter Baryt.
- Kohlengesäuerter Baryt.
- Schwefelgesäuerter Strontianit.
- Kohlengesäuerter Strontianit.
- Alkalinischer flufsgesäuerter Thon (Kryolith).

III. Substanzen, welche den kohlengesäuerten Kalk nicht ritzen:

Nicht Funken gebend.

- Talk.
- Schwefelgesäuerter Kalk.
- Arsenikgesäuerter Kalk.
- Glimmer.

III. Substanzen, welche eine doppelte Strahlenbrechung besitzen.

1. Kohlengesäuerter Kalk. Stark.
2. Schwefelgesäuerter Kalk.

3. Schwefelgesäuerter Baryt.
4. Schwefelgesäuerter Strontianit.
5. Boraxgesäuertes Natrum.
6. Quarz.
7. Zirkon. Sehr stark.
8. Cymophan.
9. Topas.
10. Schmaragd.
11. Korund.
12. Euclas. Stark.
13. Feldspath.
14. Peridot. Stark.
15. Mesotyp.
16. Schwefel. Stark.
17. Mellit.
18. Kohlengesäuertes Blei. Stark.
19. Schwefelgesäuertes Eisen.

Unter den Substanzen, welche den ersten Anhang ausmachen, besitzt der Arragonit die nehmliche Eigenschaft in einem sehr ausgezeichneten Grade.

IV. Substanzen, mit welchen man den Versuch gemacht hat, und welche nur eine einfache Strahlenbrechung gezeigt haben.

1. Flufsgesäuerter Kalk.
2. Phosphorgesäuerter Kalk.
3. Telesin. (Saphir.)
4. Spinell.
5. Granat.
6. Amphigen. (Leucit.)

7. Turmalin.
8. Axinit.
9. Disthen. (Cyanit.)
10. Geschwefelter Zink. (Blende.)

V. Substanzen, welche durch bloſse Hitze electrisch werden.

1. Boraxgesäuerter Talk.
2. Topas aus Brasilien und aus Sibirien.
3. Turmalin.
4. Mesotyp.
5. Prehnit.
6. Krystallisirter oxydirter Zink.

Unter den Substanzen, welche den ersten Anhang ausmachen, besitzen der Siberit des L'Hermina, der krystallisirte Lepidolith von Esthner und Lenz, und der Kupholit die nehmliche Eigenschaft.

VI. Substanzen, welche phosphoresciren, wenn man ihr Pulver auf glühende Kohlen wirft.

1. Einige Krystalle von kohlengesäuertem Kalk.
2. Phosphorgesäuerter Kalk. Die unter dem Namen Apatit bekannten Krystalle, und die erdige Varietät aus Estremadura.
3. Fluſsgesäuerter Kalk.
4. Kohlengesäuerter Baryt.
5. Kohlengesäuerter Strontianit.
6. Wernerit.
7. Harmotom.

8. Dipyr.

8. Dipyr.

9. Grammatit.

Unter den Substanzen, welche den ersten Anhang ausmachen, kommt dem Arragonit dieselbe Eigenschaft zu.

VII. *Tabelle über die krystallinischen Formen.*

I. Substanzen, die eine gemeinschaftliche Kerngestalt mit den nehmlichen Dimensionen besitzen.

1. Der Würfel.

Namen der Substanzen.	Gestalt d. integrir. Moleküls.
Boraxgesäuerter Talk . .	Würfel.
Salzgesäuertes Natrum .	Würfel.
Amphigen	Unregelmäſsiges Tetraëder.
Analcim	Würfel.
Geschwefeltes Blei . . .	Würfel.
Geschwefeltes Eisen . . .	Würfel.
Oxydirtes Zinn	Würfel.
Grauer Kobalt (Glanzkobalt)	Würfel.
Kalkerdiges Scheelerz . .	Regelmäſsiges Tetraëder.

2. Das reguläre Octaëder.

Fluſsgesäuerter Kalk . .	Reguläres Tetraëder.
Salzgesäuertes Ammoniak	Reguläres Tetraëder.
Schwefelgesäuerter Thon	Reguläres Tetraëder.
Spinell	Reguläres Tetraëder.
Pleonast	Reguläres Tetraëder.

Namen der Substanzen.	Gestalt d. integrir. Moleküls.
Diamant	Reguläres Tetraëder.
Rothes oxydirtes Kupfer	Reguläres Tetraëder.
Oxydulirtes Eisen . . .	Reguläres Tetraëder.
Gediegen Wismuth . .	Reguläres Tetraëder.
Gediegen Spiesglanz . .	Reguläres Tetraëder.

3. Das reguläre Tetraëder.

Kupferkies	Reguläres Tetraëder.
Fahlerz	Reguläres Tetraëder.

4. Das Rhomboïdal-Dodecaëder.

Granat	Tetraëder mit gleichen und ähnlichen gleichschenkeligen Triangeln.
Geschwefelter Zink . .	Eben so.

II. Substanzen, deren Kerngestalten bloſs von derselben Gattung, die Dimensionen aber gegen einander für jede eigenthümlich sind.

1. Das Rhomboëder,

* Mit stumpfen Endspitzen.

Namen der Substanzen.	Gestalt d. integrir. Moleküls.
Kohlengesäuerter Kalk .	Rhomboëder.
Turmalin	Unregelmäſsiges Tetraëder.
Chabasin	Rhomboëder.
Dioptas	Rhomboëder.
Geschwefeltes Spiesglanz-Silber	Rhomboëder.

** Mit spitzigen Endspitzen.

Namen der Substanzen.	Gestalt d. integrir. Moleküls.
Korund	Rhomboëder.
Eisenglanz	Rhomboëder.
Schwefelgesäuertes Eisen	Rhomboëder.

2. Das Octaëder.

* Pyramiden mit Quadrat-Grundflächen.

Alkalinischer flufsgesäuerter Thon	Unregelmäfsiges Tetraëder.
Zirkon	Unregelmäfsiges Tetraëder.
Harmotom	Unregelmäfsiges Tetraëder.
Anatas	Unregelmäfsiges Tetraëder.
Molybdängesäuertes Blei	Unregelmäfsiges Tetraëder.
Honigstein	Unregelmäfsiges Tetraëder.

** Pyramiden mit rechtwinkeligen Grundflächen.

Salpetergesäuertes Kali .	Unregelmäfsiges Tetraëder.
Kohlengesäuertes Blei . .	Unregelmäfsiges Tetraëder.
Schwefelgesäuertes Blei .	Unregelmäfsiges Tetraëder.
Oxydirter Zink	Unregelmäfsiges Tetraëder.

*** Pyramiden mit Rhomben-Grundflächen.

Schwefel	Unregelmäfsiges Tetraëder.
Rother geschwefelter Arsenik	Unregelmäfsiges Tetraëder.
Blaues kohlengesäuertes Kupfer	Unregelmäfsiges Tetraëder.

3. Das vierseitige Prisma.

1. *Das gerade Prisma.*

* Mit Quadrat-Grundflächen.

Schwefelgesäuerter Talk .	Prisma, dessen Grundfläche ein gleichschenkeliges rechtwinkeliges Dreieck ist.

Namen der Substanzen.	Gestalt d. integrir. Moleküls.
Idocras	Prisma mit gleichschenkelig rechtwinkelig dreieckiger Grundfläche.
Mejonit	Prisma mit Quadratgrundflächen.
Wernerit	Prisma mit Quadratgrundflächen.
Mesotyp	Prisma mit gleichschenkelig rechtwinkelig dreieckiger Grundfläche.
Chromgesäuertes Blei . .	Prisma mit gleichschenkelig rechtwinkelig dreieckiger Grundfläche.
Oxydirtes Uran	Prisma mit Quadratgrundflächen.
Oxydirtes Titan . . .	Prisma mit gleichschenkelig rechtwinkelig dreieckiger Grundfläche.
** Mit rechtwinkeligen Grundflächen.	
Cymophan	Prisma mit rechtwinkeligen Grundflächen.
Euclas	Prisma mit rechtwinkeligen Grundflächen.
Peridot	Prisma mit rechtwinkeligen Grundflächen.
Prehnit	Prisma mit rechtwinkeligen Grundflächen.
Stilbit	Prisma mit rechtwinkeligen Grundflächen.

Namen der Substanzen.	Gestalt d. integrir. Moleküls.
Eisenhaltig Scheelerz . .	Prisma mit rechtwinkeligen Grundflächen.

*** Mit Rhomben-Grundflächen.

Schwefelgesäuerter Baryt	Prisma mit ungleichseitig rechtwinkelig dreiseitiger Grundfläche.
Schwefelgesäuerter Strontianit	Prisma mit ungleichseitig rechtwinkelig dreiseitiger Grundfläche.
Topas	Prisma mit Rhomben-Grundflächen.
Staurolith	Prisma mit gleichschenkelig rechtwinkelig dreiseitiger Grundfläche.
Macle	Ungewifs.
Glimmer	Prisma mit Rhomben-Grundflächen.
Talk	Prisma mit Rhomben-Grundflächen.
Arsenikal-Eisen . . .	Prisma mit Rhomben-Grundflächen.
Geschwefelt Molybdän .	Prisma mit Rhomben-Grundflächen.
Kieselkalkiger Titan . .	Prisma mit Rhomben-Grundflächen.

**** Mit schiefwinkeligen Parallelogramm-Grundflächen.

Namen der Substanzen.	Gestalt d. integrir. Moleküls.
Schwefelgesäuerter Kalk	Prisma mit schiefwinkeligen Parallelogramm - Grundflächen.
Epidot	Eben so.
Axinit	Eben so.

2. *Das schiefe Prisma.*

* Mit rechtwinkeligen Grundflächen.

Boraxgesäuertes Natrum	Prisma mit rechtwinkeligen Grundflächen.

** Mit Rhomben-Grundflächen.

Amphibol	Prisma mit Rhomben-Grundflächen.
Actinot	Prisma mit Rhomben-Grundflächen.
Pyroxen	Schiefes dreiseitiges Prisma.
Grammatit	Prisma mit Rhomben-Grundflächen.

*** Mit schiefwinkeligen Parallelogramm-Grundflächen.

Feldspath	Prisma mit schiefwinkeligen Parallelogramm - Grundflächen.
Disthen	Eben so.
Schwefelgesäuertes Kupfer	Eben so.

4. Das reguläre sechsseitige Prisma.

Namen der Substanzen.	Gestalt d. integrir. Moleküls.
Phorphorgesäuerter Kalk	Gleichseitig dreiseitiges Prisma.
Telesin	Gleichseitig dreiseitiges Prisma.
Schmaragd	Gleichseitig dreiseitiges Prisma.
Nephelin	Gleichseitig dreiseitiges Prisma.
Pycnit	Gleichseitig dreiseitiges Prisma.
Dipyr	Gleichseitig dreiseitiges Prisma.
Geschwefelt Quecksilber .	Gleichseitig dreiseitiges Prisma.

5. Das Triangulär-Dodecaëder.

Quarz	Irreguläres Tetraëder.
Phosphorgesäuert Blei .	Irreguläres Tetraëder.

III. Formen, die man in andern Gattungen als sekundär wieder antrifft.

1. Der Würfel.

Namen der Substanzen.	Kerngestalt.
Flufsgesäuerter Kalk . .	Reguläres Octaëder.
Gediegen Wismuth . .	Reguläres Octaëder.

2. Das reguläre Octaëder.

Namen der Substanzen.	Kerngestalt.
Salzgesäuertes Natrum .	Würfel.
Geschwefelt Blei	Würfel.
Geschwefelt Eisen . . .	Würfel.
Glanzkobalt	Würfel.

3. Das reguläre sechsseitige Prisma.

Kohlengesäuerter Kalk .	Stumpfes Rhomboëder.
Korund	Spitzes Rhomboëder.
Glimmer	Gerades Prisma mit Rhomben-Grundflächen.
Geschwefelt Spiesglanzsilber	Stumpfes Rhomboëder.
Phosphorgesäuert Blei .	Triangulär-Dodecaëder.
Geschwefelt Molybdän .	Gerades Prisma mit Rhomben-Grundflächen.

4. Das Rhomboidal-Dodecaëder.

Flufsgesäuerter Kalk . .	Reguläres Octaëder.
Oxydulirtes Eisen . . .	Reguläres Octaëder.

5. Der Körper mit 24 gleichen und ähnlichen Trapezoïden.

Salzgesäuertes Ammoniak	Reguläres Octaëder.
Granat	Rhomboïdal-Dodecaëder.
Amphigen	Würfel.
Analcim	Würfel.
Geschwefelt Eisen . . .	Würfel.

Entwickelung des Plans, welcher bei den Beschreibungen der verschiedenen Gattungen von Mineralien zum Grunde gelegt worden ist.

Nächst der Angabe der Synonymie der bekanntesten Schriftsteller ist, der Reihe nach, der wesentliche Charakter der Substanz nebst den physischen, geometrischen und chemischen Kennzeichen, welche zusammen den specifischen Charakter ausmachen, dargelegt worden.

Von diesem Charakter hat man alles ausgeschlossen, was bloſs vorübergehenden Zufälligkeiten angehört, wie die Farben, wenn sie von einem Stoffe herrühren, der nur zwischen der Substanz eingemengt ist.

Bei der Angabe der geometrischen Kennzeichen hat man Sorge getragen, nicht bloſs die Richtung des natürlichen Gefüges, sondern auch die gröſsere oder geringere Leichtigkeit, mit der es sich auffinden läſst, die verschiedene Genauigkeit desselben in einem und demselben Krystall, und endlich auch diejenigen anzuzeigen, worin die Lage der Trennungsflächen bloſs gemuthmaſst wird. Ferner hat man auch in einer Note das Verhältniſs der Dimensionen des Moleküls zu einander und alles das angegeben, was als Datum dienen kann, um den theoretischen Calcul auf die Gesetze der Decreszenz, von denen die sekundären Formen entspringen, anzuwenden.

Im Verfolg der Anzeige der chemischen Kennzeichen hat man das Resultat der Analysen der Substanz

gegeben, welche das meiste Vertrauen zu verdienen schienen.

Die Tabelle der Varietäten, welche nach den Kennzeichen kommt, ist gewöhnlich in zwei Abschnitte getheilt, deren einer die Beschreibungen der Formen enthält, und der andere sich auf die Zufälligkeiten des Lichtes bezieht. Die Formen sind entweder bestimmbar, d. h. sie lassen sich nach der Zahl, Anordnung und Neigung ihrer Flächen gegen einander geometrisch beschreiben, oder unbestimmbar, d. i. durch eine verworrene oder ungestüme Krystallisation hervorgebracht, so dafs die Geometrie sie zu beschreiben nicht vermag, und dafs man höchtens die schwankenden Aehnlichkeiten angeben kann, welche zwischen ihnen und bekannten Gegenständen statt finden. Dies findet da statt, wenn man z. B. von einem Mineral sagt, es sey cylinderähnlich, kleinkugelig, körnig u. s. w., und der höchste Grad dieser Art von Undeutlichkeit der Formen ist durch das Wort ungestaltet (*amorphe*) ausgedrückt, welches eine Substanz in gänzlich unregelmäfsigen Massen von einem gewissen Volumen bezeichnet.

Die Beschreibung jeder bestimmbaren Varietät liefert nach einander den Namen, den sie trägt, den Grundsätzen des weiter oben auseinandergesetzten Systems der Nomenclatur gemäfs, die Angabe ihres repräsentirenden Zeichens, ihrer Figur, ihre Synonyme nach Romé de l'Isle oder andern Krystallographen, und endlich die Messungen ihrer vornehmsten Winkel. Ist die Struktur der Varietät verwickelt, so verbindet man mit ihrer Beschreibung noch Erläuterungen, wel-

che die Resultate der Gesetze, von denen sie abhängt, deutlicher zu machen geschickt sind.

Die Angaben, welche sich auf Farbe und Durchsichtigkeit beziehen, machen den zweiten Abschnitt unter dem Titel Lichtzufälligkeiten (*accidens de lumière*) *p*) aus. Es wird gut seyn, hiebei zu bemerken, daſs eine jede beliebige Form alle Varietäten von Farbe und Durchsichtigkeit zeigen, und daſs umgekehrt jede Farbe und jeder Grad von Durchsichtigkeit sich mit allen Formen verbinden kann. Allein es ist unnöthig, das System mit allen diesen Combinationen zu überladen. Es ist genug, daſs dasselbe ein Mittel angiebt, diejenige genau zu bestimmen, welche in irgend einer Varietät vorkommt, und diese Varietät vollständig zu beschreiben. So schlieſst die Tabelle der Kennzeichen des Telesins alle folgende Combinationen *implicite* mit in sich: klarer primitiver Telesin; rother durchsichtiger unitärer Telesin; durchscheinender ungestalteter Telesin u. s. w.

Wenn die Namen, welche wir für eine Gattung von Mineral angenommen haben, für verschiedene Gattungen, zufolge einer trügerischen Aehnlichkeit, wie die der Farbe, in Anwendung gekommen, so ist dieser doppelte Gebrauch in einer besondern hinter die Ueber-

p) Wir haben das Wort klar (*limpide*) an die Spitze der zufälligen Eigenschaften in Rücksicht der Farben gesetzt, weil es natürlich scheint, hier mit dem Mangel des Kennzeichens anzufangen, da er anzeigt, daſs die Substanz im möglichst reinsten Zustande ist.

sicht der Varietäten gesetzten Tabelle angegeben; und ich hoffe, man wird mir für die verdrüſsliche Arbeit Dank wissen, die ich zu übernehmen genöthiget war, um die Verwirrung zu lösen, welche aus einer solchen Gemeinschaft der Namen unter Substanzen entstand, die so wenig dazu gemacht waren, unter einander verbunden zu werden.

Jeder Artikel schlieſst mit Anmerkungen, welche die Lagerstätte der Substanz, die Reihe der mannichfaltigen Untersuchungen, wodurch man sie besser kennen gelernt hat, ihre physischen Eigenschaften, ihren Nutzen in den Künsten, in der Medicin u. s. w. betreffen. Ich glaubte sogar, die meisten dieser Gegenstände weitläuftiger vortragen zu müssen, als es für gewöhnlich geschieht, so daſs die Trockenheit der allzu gedrängten Angaben vermieden würde. Dessen ungeachtet habe ich mich nicht in ein solches Detail kleiner Umstände eingelassen, von denen man nicht gewuſst hätte, wie sie sich in ein Lehrbuch der Mineralogie verirrt haben könnten.

Anhang.

Dynamische Ansicht der Krystallisation

von

Christian Samuel Weifs,

d. W. W. D.

Es soll die Form, die Figur, dynamisch erklärt werden. Der Atomistiker kennt die Frage nach dem Grunde der Form, fühlt das Bedürfnifs einer Erklärung aller Form gar nicht. Ihm ist die bestimmte Form mit der Existenz der Atome unmittelbar gegeben. Der Dynamiker läugnet ihm diese; er läugnet ihm sogar die *absolute*, unbedingte Existenz der Materie *q*); er lehrt ihre individuelle Existenz als gegeben blofs in der Erschei-

q) Jede Materie existirt nur in Beziehung auf andere, als Glied einer allgemeinen Wechselwirkung. Die in stetigem, aber durch immer neue Modificationen fortschreitendem Conflicte wirkenden allgemeinen Naturkräfte geben, auf jedem Schritte, zum Produkte die bestimmte Materie; und so wie diese bestimmte Materie in ihrem innersten Wesen nichts als das Produkt dieses Conflictes ist, so ist auch ihre Existenz nur die Existenz des Augenblicks. *W.*

nung, als vorübergehend in und mit der Erscheinung betrachten, und entsagt allen Scheinvortheilen, welche die Annahme der Atome ihm zur Erklärung irgend eines Phänomens, wie der Krystallisation, gewähren möchte.

Den Dynamiker führen seine Grundsätze für die Construktion der Materie zunächst auf das der Form nach Indifferente, das Formlose, das Flüssige *r*). Er faſst den Begriff des Flüssigen in einer Reinheit auf, welche dem Atomistiker fremd bleibt, und erkennt es als Problem an, das zu lösen ihm obliegt: das Starre (oder Feste) aus dem Flüssigen, die Form aus dem Formlosen zu erklären. — Geschehen war dies noch nicht; der ehrwürdige Kant blieb dabei stehen, daſs er das Problem aufstellte, und es als solches geltend machte; und Schelling *s*) verlieſs den Weg der Dynamik, und wurde subtilerer Atomist, als er die ursprünglichen Qualitäten oder Actionen sich durch die Tendenzen zu verschiedenen Formen von einander unterscheiden lieſs.

Ich liefere hier die ersten Grundzüge zu einer dynamischen Krystallisationslehre. Die Hauptansicht wird stehen; mit dem Glauben daran verkette ich mein Vertrauen, Sinn für die Natur zu haben. Was von dem

r) Man sehe Kant's metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft, 2te Auflage. S. 88 — 94; vergl. mit meiner Dissertation *de notionibus rigidi et fluidi accurate definiendis. Lips.* 1801. *W.*

s) Erster Entwurf eines Systems der Naturphilosophie, von F. W. J. Schelling. Jena und Leipzig, 1799.

Wesentlichen zertrennlich ist, mag hie und da das Gepräge des Irrenden vielleicht an sich tragen; und ich werde die Urtheile denkender Naturforscher mit Sorgfalt und Unbefangenheit hören und aufnehmen; eine ausführlichere Darstellung dieser Theorie und ihres Zusammenhangs mit der Erklärung andrer Phänomene, als der Krystallisation selbst, ist aber einer anderen Schrift vorbehalten, zu welcher diese Abhandlung als Vorläufer dienen mag.

Ich werde hier den kurzen Abriſs der Theorie in folgenden Sätzen aufstellen:

I. Es giebt in der Natur nicht bloſs eine chemische Anziehung, ein Streben heterogener Materien, sich zu durchdringen und zu vereinigen (chemische Verwandtschaft), sondern auch eine entgegengesetzte Kraft der *chemischen Repulsion*, ein Streben homogener Körper, sich in heterogene aufzulösen, sich zu entzweien oder zu zerspalten.

Die ganze Natur kann gedacht werden als eine Entwickelung entgegengesetzter Gröſsen (im reinen Sinne der Mathematik) aus Zero oder Null. Man darf keiner Materie eine absolute Existenz beilegen; jede ist nichts als eine Gröſse, ein Pol, welcher von seinem entgegengesetzten getrennt ist, und existirt überhaupt bloſs in der Trennung. Würde er mit seinem entgegengesetzten vereinigt, so würde er mit demselben — ich berufe mich auf die Mathematiker — in Null zusammenflieſsen, wie positive

und negative Electricität, südlicher und nördlicher Magnetismus, entgegengesetzte Gröſsen überhaupt, zusammen Null geben; und es war ein Gedanke, den KANT schon faſste, daſs alle Materien, das ganze Universum zusammen summirt, zum Facit Zero = o geben würde *t*).

So giebt es in der Natur nichts als Gegensätze; und so wie es eine chemische Vereinigungskraft, chemische Attraktion giebt, so giebt es auch eine chemische Entzweiungskraft, eine chemische Repulsion.

Der wahre Begriff des chemischen Verwandtschaftsprozesses ist: daſs zwei oder mehrere ungleichartige verwandte Materien einander wahrhaft durchdringen, in einen und denselben Raum zusammenflieſsen, sich wirklich zu einem Einzigen vereinen; nicht etwa, daſs ihre Moleküls ein anderes Arrangement treffen. So ist nun das Umgekehrte oder der Begriff des chemischen

t) Man sehe seine Abhandlung: Versuch, den Begriff der negativen Gröſsen in die Weltweisheit einzuführen (abgedruckt in der Sammlung seiner kleinen Schriften). — In der That ist diese fruchtbare Idee von unbegrenztem Einfluſs auf Naturwissenschaften, und die Physiker müssen schlechterdings von den Mathematikern lernen, die negativen Gröſsen eben so gut, wie die positiven, als reell und existirend anzusehen, und das Verhältniſs von positiven und negativen Gröſsen auf das Verhältniſs der Materien unter einander überzutragen. — KANT scheint obige Idee späterhin einigermaſsen wieder vernachläſsigt zu haben; sie hätte sonst meines Erachtens von noch gröſserem Einflusse auf seine metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft seyn müssen. *W.*

mischen Trennungsprozesses nicht etwa der des Auseinandertretens von Moleküls, die vorher auf eine andere Weise in und an einander geschoben waren, sondern der einer wahren Zerlegung in zwei oder mehrere einander entgegengesetzte Gröſsen, die vorher gar nicht vorhanden waren, die nun erst in der Trennung existiren, Gegenstände möglicher Anschauung werden, und die, zusammen summirt, die mittlere Gröſse geben würden, aus der sie entstanden waren, und die nun zu seyn aufgehört hat.

Der ursprüngliche Prozeſs der Natur, als in der That einer Schöpfung aus Nichts, d. i. als einer Entwickelung aus Zero, wird also kein anderer seyn, als der der chemischen Entzweiung oder der chemischen Repulsion. — Alle sogenannte Wahlverwandtschaften setzen eine vorhergegangene chemische Repulsion nothwendig voraus *u*); alle Scheidungen, alle Zerlegungen haben ihren nächsten Grund in einer wirksam werdenden chemischen Entzweiungskraft. Reiner scheint dieselbe hervorzutreten bei der Fällung der Metalloxyde durch stärkere Verdünnung ihrer Auflösungen, wo nämlich das Wasser eine chemische Repulsion gegen

u) Man glaube nicht, daſs eine bloſse stärkere Anziehungskraft zur Erklärung hinreiche; denn die Anziehungskraft klärt es nicht auf, warum statt einer Scheidung durch Wahlverwandtschaft nicht eine dreifache Verbindung entsteht, warum der eine Stoff ausgestoſsen wird; überdem ist, was aus der ersten Verbindung angezogen wird, Anfangs noch gar nicht vorhanden, und muſs erst, durch Entzweiung der ersten Verbindung hervorgerufen, dargestellt werden. *W.*

das Metall verräth, welche, je mehr Wasser da ist, mit je gröſserer chemischer Masse es also wirken kann, um desto mehr die vermittelnde Verwandtschaft der Säure überwindet; — ferner bei der Detonation, dann bei dem Phänomene der Resolution der Säuren, d. i. der Auflösung in ihre Bestandtheile, z. B. der Salpetersäure in Stickgas und Sauerstoffgas vor und bei dem Glühen; ein Phänomen, auf welches der vielleicht verkannte WINTERL *v*) mehr Aufmerksamkeit verwendet hat, als bisher geschehen zu seyn scheint. Eine chemische Repulsion muſs da seyn, wenn die Scheidung vor sich gehen soll, wodurch zwei in einer Auflösung befindliche Salze, die sich zu krystallisiren im Begriff sind, sich von einander absondern; denn der Denker BERTHOLLET sah wohl ein, daſs beide vorher eine homogene Mischung ausmachen *w*).

Die chemischen Begriffe der Einfachheit und Zusammensetzung bedürfen, wie sich aus dieser Ansicht der Natur ergiebt, einer Berichtigung, und müssen bloſs als relativ, und zwar als reciprok angesehen

v) WINTERL prolusiones ad chemiam seculi decimi noni.

w) Es wird unnöthig seyn, BERTHOLLET's klassisches, allgemein gekanntes und geachtetes Werk über die Gesetze der Verwandtschaft zu citiren, welches in der Uebersetzung und Bearbeitung des Herrn Professor FISCHER an Klarheit und leichterer Verständlichkeit unstreitig sehr gewonnen hat. Es würde mich freuen, wenn der Verfasser oder der deutsche Bearbeiter dem Einflusse, den meine in dieser Abhandlung vorgelegten Ideen auf den Gegenstand von BERTHOLLET's Werke haben, Aufmerksamkeit schenken sollten. *W.*

werden. Daſs man bei der Gründung des jetzigen chemischen Lehrgebäudes die Thatsachen über die Wasserzersetzung u. s. w nicht mit einem solchen Auge ansah, wird jeder finden; und was man von unrichtigen Grundansichten einmischte, muſs später oder früher aufgegeben werden.

II. Die Krystallisation ist ein Phänomen der chemischen Repulsion, bei welcher es nicht zum Auseinandertreten, zur Absonderung der Produkte von einander, gekommen ist, sondern wo die chemische Trennungskraft noch gehemmt worden ist, ohne ihr Ziel erreichen zu können, und daher bloſs als Tendenz erscheint.

Es ist begreiflich, wie die beiden einander entgegengesetzten Kräfte der chemischen Vereinung und Trennung in jeder Materie ewig im Conflict mit einander seyn müssen, wie bei diesem Prozeſs die eine, bei jenem die andere das Uebergewicht haben, in einem dritten Falle beide im Gleichgewicht seyn werden. Es ist begreiflich, wie bei einer mäſsigen Vermehrung der einen die andere nur unter andern Bedingungen noch ein Gleichgewicht wird aufrecht erhalten, und das Produkt, welches jene hervorzubringen strebt, verhindern, coërciren können, wie endlich bei einer allzu groſsen Uebermacht der ersteren die letztere weichen, und es zu neuen Produkten kommen lassen wird, in welchen allein sie jener wiederum gewachsen ist; denn auſser allem Conflict mit ihr kann und wird sie nie kommen; die Quelle jedes Entgegengesetzten

in seinem Entgegengesetzten ist unerschöpflich und unendlich, und jedes Produkt, jedes + ist ins Unendliche einer neuen Zerlegung in + und — fähig, so wie jedes — ebenfalls einer weiteren Zerlegung in — und +. Die Gegensätze können sich nie rein von einander abscheiden, weil sie überhaupt gar nicht absolut, sondern bloſs relativ sind.

Wenn wir von irgend einem gegebenen Materiellen ausgehen, so muſs in dessen Sphäre die chemische Repulsion als die positive (die vermehrende der Produkte), die Vereinigungskraft dagegen als die beschränkende, negative erscheinen; eine Uebermacht der letzteren könnte sich nur durch Verminderung der Materie x) an den Tag legen, dagegen dieselbe (hier) negative Kraft in der entgegengesetzten Sphäre gerade als die positive, als Trennungskraft erscheinen und dadurch ihre gleiche Realität mit jener documentiren würde.

Wir haben im vollkommen Flüſsigen ein ruhiges Gleichgewicht beider Kräfte. Das ganze Continuum der einen findet seine Befriedigung durch das ganze Continuum der andern; bloſs das bestimmte Quantum des Raumes fordern sie; sie fordern keine bestimmte Form, sie sind vielmehr absolut formbar, durchaus nachgiebig; sie verrathen keine innere Spannung, keine Struktur. Allein es erlange die chemische Trennungstendenz ein Uebergewicht. Sogleich

x) Gren's Idee einer negativen Schwere hat in der That einen tiefen Grund. W.

strebt sie, die Materie in zwei entgegengesetzte Pole auseinander zu treiben. So wie sie aber dahin fortschreitet, läſst ihre Intension, ihr Ungestüm, möchte ich sagen, nach; mit jedem gewonnenen Schritte zur Befriedigung wird ihr Streben schwächer, und in gleichem Maaſse wächst die Intension der entgegengesetzten, durch diesen Schritt beeinträchtigten, in einen gezwungenen Zustand versetzten Vereinigungskraft. Je mehr jene durch Fortschreiten, durch stärkeres Abstoſsen sich befriedigt, desto heftiger entflammt diese; und es muſs zu einem Punkte kommen, wo sie jene hemmt, beschränkt und fest hält. Bei diesem Punkte wird demnach chemische Abstoſsung in der noch erhaltenen Vereinigung der Entgegengesetzten der Charakter seyn. Dies ist Krystallisation.

Fassen wir diesen Begriff mit aller Strenge; beleben wir ihn zur klaren Anschauung. Noch ist keine Trennung hier, alles noch homogen, durchaus nicht zwei Produkte in verschiedene Räume auseinander gegangen. Jeder Punkt, den unsere Reflexion fixiren mag, enthält beides; allein ein jeder Punkt ist die Spitze eines Winkels, noch ohne Schenkel, die Entzweiung in der Tendenz, der in der Anstrengung gefesselte Trieb der Abstoſsung; beide Pole sind in jedem Punkte vereinigt; allein sich abstoſsend wirken sie nach verschiedenen Richtungen hin, um da Befriedigung zu finden für das, was die Abstoſsung in ihrem Innern ihnen zu gewähren versagt; daher greift der eine Pol in den entgegengesetzten Pol des benachbarten Homogenen nach der Richtung

des einen, der andere nach der Richtung des andern (vor der Hand noch ideellen) Schenkels ein; dieses bestimmte Eingreifen setzt sich durch das Ganze fort; und so macht das ganze Continuum wahre, reelle Schenkel, ohne daſs sie noch im Einzelnen sind: zugleich aber gehört kein Punkt dem einen Schenkel allein an, sondern jeder wird von allen durchkreuzet, und es bleibt in jedem Punkte, sogar wiefern er dem einen Schenkel nur zugehört, das entgegengesetzte, auseinander strebende vereinigt. Jeder mit dem entgegengesetzten Pole seines Punktes sich entzweiende, ihn aber doch nicht ganz verlassende Pol flieſst durch das ganze Continuum hindurch mit dem entgegengesetzten angrenzenden zusammen, und so bleibt das Ganze trotz der Entzweiung des Einzelnen durchaus in vollkommener Homogeneität.

So wie aber jeder Pol eines willkührlich fixirten Punktes seine Befriedigung in der Vereinigung, in dem Anschlieſsen an seinen Nachbar findet, so entsteht dadurch nicht allein Struktur, Durchgang der Blätter, vollkommner und unvollkommner, und gradlinigte Begrenzung, sondern auch Spannung im Innern, und ihr Phänomen, Unverschiebbarkeit oder Widerspenstigkeit gegen die Verschiebung, mit einem Worte Starrheit, Rigidität, welche also hier, d. i. in einer reinen Chemie oder chemischen Physik ihre Stelle, ihre Erklärung findet. Das hier entworfene Gemählde des innern Zustandes der Krystallisation wird sowol die entstehende Form, als die Erstarrung, für gegenwärtigen Zweck klar genug darstellen.

Ist nun, um hier noch einen Blick auf Berthollet's für die wissenschaftliche Chemie so wichtiges Werk zu werfen, nicht nur eine chemische Repulsion, der chemischen Verwandtschaft entgegengesetzt, in der Natur vorhanden, sondern ist sie auch der Grund der Krystallisation selbst, so werden wir von den der chemischen Verwandtschaft entgegenwirkenden Kräften überhaupt, und von dem Prozefs der Krystallisation der Salze, wobei auch zuvörderst eine Ausscheidung aus dem Wasser vor sich geht, eine um vieles bestimmtere Vorstellung erhalten; und wiederum verbreiten Berthollet's Lehrsätze ein helles Licht darüber, warum die Salze bei ihrem Krystallisiren allemal nothwendig einen Theil des Wassers aus ihrer Auflösung als Krystallisationswasser in ihre Krystallbildung mit aufnehmen. Das Wasser macht seine Ansprüche auf die nicht nur sich, sondern auch einander gegenseitig vom Wasser entzweienden Pole geltend.

III. Mit der bestimmten Materie ist zugleich ein bestimmter Abstofsungswinkel für die Krystallisation gegeben.

Die chemische Entwickelungs- oder Entzweiungs-Tendenz wird bei jeder bestimmten Materie immer eine bestimmte chemische Scheidung beabsichtigen. Denn obgleich an und für sich eine jede Gröfse sich in Gedanken auf unendlich mannichfaltige Art analysiren und zerlegen läfst, wie z. B. a in $a - b$ und $+ b$, oder in $a + c$ und $- c$, in $\frac{n-m}{n}$ $a + x$ und $+ \frac{m}{n}$ $a - x$ u. s. w., so gut sich also auch die Möglichkeit *a priori* einsehen läfst, dafs eine bestimmte Ma-

terie nach zwei ganz verschiedenen Gesetzen oder Exponenten (chemischen Eintheilungsgründen) zerlegt, und mithin zwei und mehr total verschiedene Paare von Edukten aus ihr ausgeschieden werden könnten: so darf man doch nicht vergessen, daſs eine bestimmte Materie bei ihrem Zusammenhange und ihrer bestimmten Stelle im Universum auch bestimmte gegen einander strebende chemische Repulsions- und Attraktionskräfte vereinigt, und daſs das Prinzip oder der Exponent, nach welcher eine Spaltung in ihr bewerkstelligt werden kann, nicht willkührlich ist. Es würde bei der unendlichen Menge verschiedenartiger möglicher Scheidungen nie zu einer wirklichen kommen, wenn nicht durch die Natur ein gewisser Exponent bestimmt wäre. Daher wir denn auch das Wasser noch nicht anders als in Oxygen und Hydrogen zerlegt haben; welches sich wohl so ausdrücken läſst: in $\frac{n-x}{n}$ W + O, und $\frac{x}{n}$ W — O oder $\frac{x}{n}$ W + H; insofern — O = + H ist.

Und wenn auch z. B. Gyps bald in Kalk und Schwefelsäure, bald in Kalk, schwefeligte Säure und Sauerstoff u. s. w. zerlegt werden kann, so sind dies doch nur graduelle Verschiedenheiten einer Zerlegung, die qualitativ dieselbe ist, und wo die eine durch die andere doch weiter fortschreitet.

Sind aber bei einer bestimmten Materie die in der Krystallisation sich repellirenden Educte stets gewisse bestimmte, so werden sie sich auch mit einem bestimmten Grade von Kraft abstoſsen, und bei einem bestimmten Grade der Abstoſsung von der chemischen

Vereinigungskraft zurückgehalten werden, d. i. es wird ein bestimmter Krystallisationswinkel gegeben seyn, der sich denn auch, wie man weiſs, in der That bei jeder krystallirenden mineralogischen Gattung gleich bleibt; und daher die wesentliche Verkettung der Krystallisation mit den chemischen Eigenschaften der Materie; daher die Richtigkeit des Verfahrens, sich der geometrischen Analysis des Krystalls sowohl zur Bestimmung der Gattungen als zur Entscheidung der Frage vorzüglich mit zu bedienen, ob ein bestimmter Krystall dieser oder jener mineralogischen Gattung angehöre? —

Ob aber die Bestandtheile, welche unsere Chemie bei der Analyse darzulegen im Stande ist, wirklich rein und unverfälscht die nehmlichen Pole sind, welche bei der Krystallisation in einer gehemmten Entzweiung begriffen erscheinen? Diesen Schluſs erlaube man sich noch nicht uneingeschränkt zu machen. Allein eine Chemie, welche nichts anders thäte, als das von der Natur in der Krystallisation angefangene Werk zu vollenden, auseinander zu legen, was dort entzweiend sich noch durchdringt, diese wäre es, deren Einfluſs auf die wissenschaftliche Mineralogie ewig und unveränderlich, die ihre unzertrennliche Gefährtin wäre; sie ist das Ideal einer mineralogischen Chemie.

IV. Der Abstoſsungswinkel, welcher eine bestimmte Krystallisation charakterisirt, ist bald ein ebner, bald ein körperlicher; oder die chemische Repulsion, welche den wesentlichen Cha-

rakter einer bestimmten Krystallisation ausmacht, ist bald blos zweifach, bald mehrfach. Doch auch im letzteren Falle ist er ein einziger, ein regulärer, d. i. ein aus mehreren gleichen ebenen Winkeln zusammengesetzter körperlicher.

Ein Satz, zu welchem, wie zu dem folgenden, unsers Haüy's vortreffliche Untersuchungen den Weg sehr leicht und eben gemacht haben. Dannbar erkenne ich es an, wie mir über die jeder Krystallisation einer Gattung stets zum Grunde liegende dynamische Einheit erst das Studium von Haüy's Werk Licht gegeben hat; dankbar erkenne ich es, welches grofse Verdienst seine sorgfältigen und scharfsinnigen Arbeiten auch um eine Theorie haben, welche in den Grundvorstellungen von der seinigen so ganz abweicht. Seine Resultate reihen sich leicht und schön an unsere Vordersätze an, und seine Kerngestalten gelten, nur mit einiger Abändernng, auch für uns. Das Wesentliche, was wir von ihnen fest halten, sind die charakterisirenden Winkel seiner Kerngestalten.

Unser Abstofsungswinkel ist nämlich

α) ein ebner; bei vielen Krystallisationen, wo nur eine zweifache Richtung der Blätter charakteristisch, die dritte aber zur Ergänzung der Kerngestalt postulirt, und auf die beiden ersten gleichsam erst aufgesetzt ist, meist so, dafs sie die beiden vorigen zwar unter gleichen, aber nicht unter den nehmlichen Winkeln schneidet, welche jene beiden unter sich machen.

Hieher rechne ich z. B. den schwefelgesäuerten Ba-

ryt, den schwefelgesäuerten Strontianit und den schwefelgesäuerten Kalk. Es ist evident, daſs die charakteristischen Winkel dieser drei Gattungen bloſs die von 101° ½, 105° und 113°, oder ihre Complemente sind, wiewohl bei dem Fraueneis (wie vielleicht beim Glimmer, Thonschiefer und dergl.) der deutlichste Durchgang der Blätter in keine von jenen charakteristischen Krystallisationsrichtungen, sondern in eine erst auf diese aufgesetzte, sekundäre Krystallisationsrichtung fällt. Ueberhaupt halte ich es für ein Hauptgesetz: daſs der Durchgang der Blätter nach den primitiven charakterisirenden Krystallisationsrichtungen (deren wenigstens zwei seyn müssen) allemal gleich deutlich, gleich vollkommen ist.

b) Oder der charakterisirende Abstoſsungs- (Krystallisations-) Winkel ist ein körperlicher, und dann stoſsen in ihm

α) entweder drei

β) oder vier gleiche ebene Winkel zusammen, d. i. die chemische Repulsion ist drei- oder vierfach. In beiden Fällen erhalten wir vollendete Kerngestalten; im ersteren geben die aus zwei Polen durch den ganzen Krystall parallel ausgehenden ursprünglichen Krystallisationsrichtungen zur Kerngestalt ein Hexaëder, den Würfel oder das Rhomboëder; im zweiten das Octaëder mit regulären, d. i. aus gleichen ebenen Winkeln zusammengesetzten Endspitzen. Von jenem Falle haben wir die unverkennbarsten Belege am Stein-

salz und Kalkspath, von diesem am Flufsspath u. s. w.

Ich glaube nicht, dafs eine sechsfache Abstofsung angenommen werden darf, sondern bin vielmehr überzeugt, dafs die übrigen Formen sich ohne Zwang auf jene drei Arten der Abstofsung reduciren lassen, so wie offenbar das Rhômboïdal-Dodecaëder, es sey nun dem Octaëder oder dem Rhomboëder, untergeordnet ist. Es wäre vielleicht eher die Frage, ob nicht sogar das Octaëder auf die simple zweifache Abstofsung in einem ebenen Winkel zu reduciren, und das zweite Paar der Krystallisationsrichtungen nicht als untergeordnet anzusehen sey. Jedoch so lange alle vier Richtungen als einander durchaus gleich in ihren geometrischen und physikalischen Verhältnissen gefunden werden, ist es nicht erlaubt, willkührlich zwei von der Klasse der ursprünglichen und charakterisirenden Krystallisationsrichtungen auszuschliefsen, an welche sie mit den übrigen gleiche Rechte haben. Es wird einen wichtigen Gegenstand für die weitere Bearbeitung der Krystallisationstheorie ausmachen, Regeln für die Aufsuchung der ursprünglichen Krystallisationsrichtungen und ihre Unterscheidung von den sekundären festzustellen.

Als die Kerngestalt, welche aus der vierfachen chemischen Repulsion entspringt, darf nicht die einfache vierseitige Pyramide, sondern es mufs die doppelte oder das Octaëder, so wie für die dreifache das Hexaëder nicht das Tetraëder, angenommen werden, weil die vierseitige, wie die dreiseitige Pyramide, zu ihrer Construktion die Richtung der Grundfläche bedürfen, wel-

che in jenen gar nicht liegt, und weil überhaupt jede Krystallisationsrichtung bei völligem Gleichgewicht der Kräfte zwei parallele und den übrigen gleiche Flächen zur Beschreibung der Kerngestalt beitragen muſs. Die doppelte dreiseitige Pyramide kann nie Kerngestalt seyn. Sie besitzt sechs sich schneidende Flächenrichtungen, die also von einer dreifachen Repulsion nicht hervorgebracht werden können, und die, wenn sie ja ursprünglich wären, wegen ihres anzunehmenden Gleichgewichts die doppelte sechsseitige Pyramide oder das Triangulär-Dodecaëder zur Kerngestalt geben würden.

V. Auſser den primitiven Krystallisationsrichtungen giebt es sekundäre, welche durch jene bedingt, nach bestimmten Gesetzen auf sie aufgesetzt und unter bestimmten Winkeln gegen sie geneigt sind.

Die mannichfaltigen Bemerkungen, welche wir über diesen Satz zu machen haben, wollen wir in folgende Punkte zusammenstellen:

a) Die Phänomene der sekundären Krystallisationsrichtungen sind:

α) zuweilen ein vollkommener Durchgang der Blätter, wie unter andern beim Fraueneis;

β) die meisten äuſseren Begrenzungsflächen oder Facetten der sekundären Krystalle selbst, welche Haüy aus *Décroissemens*, aus regelmäſsig decreszirenden Moleküls, herleitet;

γ) der mit diesen verwandte versteckte Durchgang der Blätter.

Die schönen Beispiele von versteckten Durch-

gange der Blätter beim Kalkspath nach mehreren Richtungen, welche der Herr Bergrath Werner aus seinem Kabinette mir im vorigen Sommer zu zeigen die Güte hatte, bewiesen es auffallend, daſs die Richtungen des versteckten Durchganges der Blätter gewissen sonst vorkommenden Facetten sekundärer Krystalle correspondiren, und daſs sich daher auch umgekehrt schlieſsen läſst, daſs die sekundären Krystallisationsrichtungen, welche an manchen Krystallen äuſserlich als Begrenzungsflächen erscheinen, an andern Stücken unter günstigen Umständen durch deutliche, ganz durch das Innere des Krystalls hindurchgehende Streifungen als versteckter Durchgang der Blätter sich darlegen, und daſs folglich die sekundären Krystallisationsrichtungen nicht bloſs äuſserlich den Krystall begrenzen, sondern als ein (unvollkommener) Durchgang der Blätter wesentlich zu seiner innern Struktur gehören; welches auch den Gesetzen, nach welchen die Krystalle beim Anschieſsen wachsen, vollkommen entspricht *y*).

Hiedurch ist nun die Frage vorbereitet: gehören die sekundären Krystallisationsrichtungen vielleicht nicht

y) Herrn D. Weiss ist es in der Folge noch, wie er mir schreibt, gelungen, bei Zerspaltung des Feldspaths und Fluſsspaths eine Menge versteckter Durchgänge aufzufinden, welche vollkommen ebene, bei dem Fluſsspath sogar spiegelnde Flächen bilden. Er hat mir Hoffnung gemacht, diese merkwürdigen Untersuchungen fortzusetzen, und dem Publiko darüber ausführlichere Nachrichten vorzulegen. *K.*

bloſs den sekundären Krystallen an, an denen sie als Begrenzungsflächen erscheinen? gehören sie vielleicht der Gattung überhaupt und jedem Individuum derselben an? ist es vieleicht nothwendige Folge des ersten Hauptabstoſsens der Krystallisation, daſs sie in mittlere Richtungen der Repulsion übergeht, und das Netz der Struktur noch enger und fester verflicht? ist es also vielleicht bloſses Uebergewicht, nicht neue Entstehung von Krystallisationsrichtungen, welches die mannichfaltigen Facetten der sekundären Krystalle hervorbringt? — Als Fragen sey ihnen hier der Platz vergönnt, bis weitere Untersuchungen, vorzüglich eine mathematische Construktion des Krystallisirens, sie entscheidend beantworten.

b) So mannichfaltig auch die sekundären Krystallisationsrichtungen seyn mögen, und so mannichfaltig sie auch schon die sorgfältige und scharfe Beobachtung als Begrenzungsflächen an sekundären Krystallen aufgefunden hat: so sind doch ihre Richtungen bei einer bestimmten Gattung gewiſs nicht absolut variabel und zufällig, sondern nur nach bestimmten Gesetzen in bestimmten Verhältnissen zu den ursprünglichen Krystallisationsrichtungen möglich. Völlige Bestimmtheit mit Anschaulichkeit und Evidenz wird auch dieser Punkt erst dann erhalten können, wenn wir im Stande sind, die geometrischen Eigenschaften der ursprünglichen Krystallisationsrichtungen aus ihren Elementen mathematisch zu construiren, da die sekundären in den primiti-

ven, und also in den quantitativ variirenden Verhältnissen der Elemente der letzteren ihren Ursprung haben. Ob die Gesetze für sie mit den $\frac{5}{4}$, $\frac{9}{4}$, $\frac{9}{5}$, $\frac{4}{5}$ u. s. w. Decreszenzen, welche unser Haüy indeſs anzunehmen sich genöthigt sah, zusammenfallen werden, zweifle ich, und leugne den Anstoſs nicht, welchen ich, unbeschadet aller sonstigen geometrischen Präcision, an diesen Gesetzen nehme.

c) Die Klassen der Verschiedenheiten, welche unter den sekundären Krystallisationsrichtungen statt finden, lassen sich so angeben:

α) Sekundäre Krystallisationsrichtungen, welche bloſs auf zwei ursprüngliche aufgesetzt sind; Decreszenz auf den Kanten nach Haüy z).

aa) auf beide gleich, gegen beide gleich stark geneigt; um eine Reihe nach Haüy bei regulären Kerngestalten;

bb) ungleich, gegen die eine stärker geneigt, als gegen die andere; um mehrere Reihen in der Höhe oder Breite nach Haüy;

β) Sekundäre

z) Es werden bei diesem Ausdruck schon vollendete Kerngestalten angenommen. Der Fall, wo die dritte zur Ergänzung der Kerngestalt erforderliche Krystallisationsrichtung erst sekundär ist, welcher also auch hieher gehört, rechnet Herr Haüy, seiner Ansicht gemäſs, gar nicht zu den Decreszenzen. *W.*

β) Sekundäre Krystallisationsrichtungen, welche auf alle ursprüngliche, wo deren mehr sind als zwei, zugleich aufgesetzt sind;

aa) solche, welche wenigstens gegen zwei ursprüngliche gleich stark geneigt sind, Decreszenz auf den Ecken nach Haüy;

αα) gegen alle gleich, Decreszenz auf den Ecken um eine Reihe;

ββ) bloſs gegen zwei gleich; Decreszenz auf den Ecken um mehrere Reihen;

bb) solche, welche gegen alle ursprüngliche verschieden geneigt sind, mittlere Decreszenz nach Haüy.

γ) Sekundäre Krystallisationsrichtungen, an deren Entstehung selbst einfachere sekundäre (der ersten Ordnung) wieder Theil haben, oder welche erst wieder auf sekundäre aufgesetzt sind; sekundäre Krystallisationsrichtungen der zweiten Ordnung.

d) Gewiſs ist der Grund derjenigen chemischen Repulsion, welche die sekundären Krystallisationsrichtungen hervorbringt, nicht etwa eine Tendenz, ganz andere entgegengesetzte Gröſsen aus der bestimmten Materie zu entwickeln, oder sie nach einem andern chemischen Exponenten oder Zerlegungsprinzip zu zerspalten. Ohne eine Menge anderer Gründe dagegen zu berühren, erinnere ich nur, daſs gegen diese Meinung ein direkter

Beweis schon daraus geführt werden kann, daſs, im Falle es so wäre, die sekundären Krystallisationsrichtungen nicht an die primitiven gebunden, nicht durch sie bedingt, von ihnen abhängig erscheinen, sondern vielmehr eigene Kerngestalten und Grundkrystallisationsrichtungen der Materie, in welcher sie statt haben, geben würden. Die unveränderliche Thatsache, daſs sie sich selbst jederzeit durch ein bestimmtes Verhältniſs zu den primitiven signalisiren, und daſs sich diese durch die innere Struktur, durch den Durchgang der Blätter als immer bestimmt vorhanden, verrathen, läſst keinen Zweifel, daſs, wenn sie auch die Tendenz der Materie, neue chemische Erzeugnisse aus sich zu entwickeln, wirklich anzeigen, dies nur weitere Zerlegungen der durch die ursprünglichen Abstoſsungen angedeuteten Pole seyn können. Vielleicht lassen sie sich, zusammengesetzten Bewegungen analog, aus den mit quantitativer Differenz zu einem Produkte sich vereinigenden ursprünglichen, die Gattung charakterisirenden, chemischen Repulsionen begreifen.

Man erlaube mir, zur Empfehlung der vorgetragenen Ansicht der Krystallisation noch einiges beizufügen. Für den, der sich von der Nothwendigkeit einer dynamischen Ansicht der ganzen Natur, von der gänzlichen Unhaltbarkeit der Atomenlehre, durch Philosophie, oder durch tieferes Nachdenken über die Natur, bereits überzeugt hat, für den bedarf es kei-

ner Empfehlung. Ich zweifle, ob eine im Wesentlichen von der meinigen verschiedene dynamische Ansicht der Krystallisation möglich ist. Er wird daher diese durchdenken, berichtigen, vervollkommnen. Für den, der die Möglichkeit einer andern Ansicht der Natur als der atomistischen, von deren Fesseln noch wenige Physiker sich losgerissen haben, gar nicht begreift, und die klare, tiefgegründete Dynamik für eine unverständliche Chimäre hält, für den wird, was ich zur Empfehlung des Vorgetragenen sagen will, kaum die Kraft einer schwachen Bedenklichkeit gegen seine Vorstellungen gewinnen. Wer aber, mit unbefangnem und mit offenem Sinn zwischen der Entscheidung für die hergebrachte oder die neuere Naturlehre schwankend, gern hört und erwägt, was zu Gunsten der einen oder der andern sprechen könnte, dem ist es vielleicht lieb, auf folgende Bemerkungen geleitet zu werden.

1) Meine Krystallisationslehre giebt wahre Flächen für die sekundären Krystalle, wie für die ursprünglichen Krystallisationsrichtungen *a*), nicht jene durch verhältnifsmäfsig so weite Furchen und Gruben getrennte blofse Linien oder Ecken statt der ächten Flächen, in denen sie liegen. Aufserdem, dafs in der letzteren durch

a) Wenn man bedenkt, dafs auch das integrirende Molekül wieder durch Aggregation der Atome der Elemente erst zusammengesetzt seyn soll, so sieht man wohl, dafs auch die Flächen der Kerngestalt nach H. Haüy keine ächten Flächen seyn werden. *W.*

die Atome herbeigeführten Annahme für den unbefangenen Beobachter etwas willkührlich Hineingetragenes, Widerstrebendes liegt, so ist ein triftiger Grund gegen sie der: daſs die Spiegelung des Lichtes auf solchen Pseudöflächen ganz unmöglich wäre. Mache man die Atome, so klein man immer will, das Licht wird mit ihrer Feinheit doch jederzeit sich messen können.

2) Ist irgend eine physikalische Hypothese ein wahres Räthsel, muſs irgend eine allen Anspruch auf künftig einmal mögliche Deutlichkeit und Erklärbarkeit geradezu aufgeben, so ist es gewiſs die Annahme der Decreszenzen (*décroissemens*) und ihrer Gesetze, wie sie uns Haüy ganz consequent, wie sie uns die atomistische Naturlehre selbst unvermeidlich aufdrängt. Ich darf hoffen, diese Lehre an einen Ort geführt zu haben, wo Licht schon schimmert, und wo ein werdender Tag mit freudiger Zuversicht zu erwarten ist.

3) Und wenn nirgends der innere Richter uns sagt, daſs die atomistische Krystallisationslehre der Natur Zwang anthun muſs, und also auch durch die Natur mächtig ins Gedränge kommt, so ist es die Lehre vom Octaëder als Kerngestalt, wovon nicht bloſs eine willkührlich — kein Zeichen ächter Naturforschung — ergriffen werden muſs (die Leere der octaëdrischen oder der tetraëdrischen Räume),

sondern die auch mit den Lehren von allen übrigen Kerngestalten gar nicht harmoniren, so daſs jene ganz isolirt dasteht mit dem deutlichen Gepräge, daſs der atomistische Naturlehrer sie gern anders sehen möchte, wenn das System es ihm möglich machte. Das unsrige giebt uns wahre Octaëder, und erläſst uns die leeren Räume.

4) Ankündigen kann ich endlich, daſs die schwierigsten Probleme der mineralogischen Physik, welche ganz an die Krystallisation gebunden sind, daſs namentlich die doppelte Strahlenbrechung und die electrische Polarität mancher Krystalle durch Erwärmung, grade durch meine Theorie der Krystallisation unerwartet schön erklärt werden. Es charakterisirt, glaube ich, die Richtigkeit der Theorie, daſs sie erklärt, was die Natur an das, worüber sie Rechenschaft zu geben sucht, fest gebunden hat.

Theorie der Gesetze,

welchen

die Struktur der Krystalle unterworfen ist.

Geometrischer Theil.

Vorläufige Bemerkungen.

1. Die Theorie, welche ich hier dem Kalkul unterwerfen will, soll die Bestimmung aller der verschiedenen Gestalten enthalten, die durch eine Aufschichtung von decreszirenden Blättchen nach bestimmten Richtungen und Gesetzen auf den verschiedenen Flächen eines festen Körpers, dessen Gestalt gleichfalls gegeben seyn muſs, entstehen können *b*).

2. Dieser Körper, welchen ich den Kern oder die primitive Gestalt (*noyau ou forme primitive*)

b) Ich setze voraus, daſs man den Theil des Lehrbuches gelesen hat, wo eben diese Theorie bloſs raisonnirend dargestellt ist. Ich schränke mich daher hier darauf ein, die allgemeinsten Grundzüge dieser Theorie ganz kurz zu wiederhohlen.

nenne, ist beständig einer von den sechs folgenden: 1. das Parallelepipedum; 2. die regelmäfsige sechsseitige Säule; 3. das Rhomboïdal-Dodecaëder; 4. das Octaëder; 5. das Tetraëder, welches in diesem Falle regelmäfsig ist; 6. das Bipyramidal-Dodecaëder.

3. Wenn man einen jeden von diesen festen Körpern parallel mit seinen verschiedenen Flächen, und zuweilen auch nach anderen Richtungen theilt, so erhält man die integrirenden Moleküls, welche beständig entweder Parallelepipeden oder dreiseitige Säulen oder Tetraeder sind.

4. Wenn die Kerngestalt ein Parallelepipedum ist, und sich nur durch solche Ebenen, die mit seinen sechs Flächen parallel gehen, theilen läfst, so sieht man leicht ein, dafs das integrirende Molekül selbst ein, diesem Kern ähnliches Parallelepipedum seyn mufs.

5. Wenn aber auch die integrirenden Moleküls vom Parallelepipedum abweichen, so liegen sie doch beständig im Kern, und zwar auf solche Weise, dafs sie in kleinen Gruppen die Parallelepipeden bilden. Die Decreszenzen, wodurch die sekundären Gestalten gebildet werden, entstehen beständig durch Reihen von solchen Parallelepipeden, wie in dem Falle, von welchem ich vorhin geredet habe.

S u b t r a k t i v e M o l e k ü l s nenne ich die kleinen theilbaren oder nicht theilbaren Parallelepipeden, durch deren Subtraktion die Decreszenzen der aufgeschichteten Blättchen bestimmt werden.

Aus dem eben Angeführten erhellet, dafs das subtraktive Molekül eine Art von Einheit ist, worauf sich

die Struktur aller Krystalle im Allgemeinen zurückführen läſst, so daſs man also nur auf die durch sie bewirkten Thatsachen bei der Anwendung des Kalkuls, in Betreff aller möglichen Krystallgestalten, Rücksicht zu nehmen nöthig braucht. Daſs man übrigens noch wisse, ob diese Einheit untheilbar sey, oder aus Bruchtheilen bestehe, dies ist ein Gegenstand der Beobachtung, welcher für die Naturgeschichte wohl Interesse haben kann; allein die Theorie würde, unabhängig von dieser Kenntniſs, ihren Endzweck dennoch nicht verfehlen.

6. In dem Falle, wenn der Kern selbst vom Parallelepipedum abweicht, kann man doch an seiner Stelle beständig ein Solidum von dieser Gestalt hypothetisch annehmen, es sey nun, daſs man einige von seinen Flächen auſser Acht läſst, wenn er mehr als sechs derselben besitzt oder daſs man mehrere Unterabtheilungen nach den Seiten, wo sich die Durchgänge der Blätter zeigen, annimmt, wenn er ein Tetraëder bildet. Häufig wird man aber auch einfachere Resultate erhalten, wenn man den wirklichen Kern beibehält.

7. Die Decreszenzen, welche die aufgeschichteten Blättchen erleiden, können nach allen nur denkbaren Richtungen vor sich gehen. Die Grenzen dieser Richtungen sind die Kanten und die Diagonalen der Flächen des Kerns. Zwischen diesen beiden Grenzen kann aber eine unendliche Menge von intermediären Decreszenzen statt finden, je nachdem die kleinen Körper, deren Schichtungen die Gröſse der Decreszenz be-

stimmen, zweimal, dreimal, viermal so groſs u. s. f. als das subtraktive Molekül angenommen werden. Ich nenne die Decreszenzen, welche parallel mit den Kanten des Kerns fortgehen: Decreszenzen auf den Kanten (*décroissemens sur les bords*). Decreszenzen auf den Ecken (*décroissemens sur les angles*) hingegen diejenigen, welche mit den Diagonalen der Flächen parallel gehen. Mittlere Decreszenzen (*décroissemens intermédiaires*) sind endlich diejenigen, welche parallel mit den Linien, die zwischen den Kanten und Diagonalen gezogen werden können, fortlaufen.

Ich will nun die verschiedenen oben angeführten Kerngestalten nach und nach durchgehen, und bei einer jeden die Methode angeben, die Resultate aller Gesetze der Decreszenz, deren sie fähig ist, aufzusuchen. Mit dem Parallelepipedum mache ich den Anfang, weil es gleichsam das Vergleichungsglied ist, worauf sich die anderen beziehen.

1.

Theorie des Parallelepipedums.

8. Es sey AG (Fig. 1. XI. Taf.) ein Parallelepipedum, dessen Flächen eine solche verhältniſsmäſsige Gröſse gegen einander haben, und dessen Winkel so groſs sind, als man will. Wir wollen uns vorstellen, dieser Körper wäre durch mehrere schneidende Ebenen, welche mit seinen verschiedenen Flächen parallel gehen, in eine Menge von Parallelepipeden getheilt, wel-

che die integrirenden Moleküls vorstellen. Jede von den Flächen wird ebenfalls in eine gewisse Anzahl kleiner Parallelogramme getheilt erscheinen, welche die äufseren Flächen von eben so vielen Moleküls sind.

Wenn man nun unter sechs von den angeführten Flächen zwei einander entgegengesetzte aussucht, so läfst sich der Körper als eine Anhäufung von Blättchen ansehen, die durch schneidende Ebenen, welche mit diesen Flächen parallel gehen, von einander unterschieden werden.

9. Jetzt wollen wir uns vorstellen, dafs neue Blättchen, die aus kleinen Parallelepipeden, welche den vorigen gleich und ähnlich sind, bestehen, reihenweise über die verschiedenen Flächen des Urparallelepipedums (*parallélipipède générateur*) und zwar so gelegt sind, dafs die Flächen, welche sich berühren, genau zusammenfallen, wie dies im innern Theile dieses festen Körpers der Fall ist. Man hat dann hier drei Fälle zu unterscheiden. Der erste ist, wenn die Blättchen sich an ihren Kanten weiter ausdehnen, so dafs sie das Urparallelepipedum genau umhüllen, welches also an Gröfse zunimmt, ohne seine Gestalt zu verlieren. Der zweite Fall ereignet sich, wenn die Kanten der Blättchen mit den anliegenden Flächen des Urparallelepipedums in einer Ebene bleiben, und in diesem Falle sieht man leicht ein, dafs sie an den Stellen der Kanten DC, BC, CG u. s. f. einwärts gehende Winkel bilden. Im dritten Falle gehen die Blättchen nach gewissen Richtungen decreszirend fort, und zwar so, dafs die zunächst darunter liegenden Blättchen entwe-

der nach der Richtung der Breite oder der Höhe um den Betrag einer oder mehrerer Reihen vor den unmittelbar darüber geschichteten herausragen.

Der erste von diesen Fällen findet bei den Kerngestalten statt, welche unmittelbar durch die Krystallisation gegeben sind, und leidet gar keine Schwierigkeit. Der zweite gehört gar nicht zu unserem Endzweck, weil uns die Natur gar kein Beispiel dieser Art bei den einfachen Krystallen aufstellt. Wir bleiben bei dem dritten stehen, der den eigentlichen Gegenstand unserer Theorie ausmacht.

10. Wir wollen zuerst einmal annehmen, daſs die Decreszenz auf allen Kanten nach der Richtung der Breite durch die Subtraktion einer überall gleichen Anzahl Reihen geschähe; auch wollen wir uns zuerst bloſs darauf einschränken, die Wirkung der Decreszenz zu untersuchen, welche parallel mit der Kante BC über dem Parallelogramm ABCD vorgeht.

Unter der Voraussetzung, daſs die Gestalt des integrirenden Moleküls, welche dem Urparallelepipedum ähnlich ist, völlig bestimmt, und daſs auch das Gesetz der Decreszenz bekannt sey, läſst sich leicht der Winkel finden, den die entstandene Fläche zufolge dieser Decreszenz mit ABCD macht.

Es sey *ag* (Fig. 2) eins von diesen Moleküls, dessen mit dem Parallelepipedum (Fig. 1) analoge Flächen mit denselben Buchstaben bezeichnet sind. Auf den Punkt *c* lasse ich *cs* und *cr* senkrecht auf *bc* herab. Unserer Annahme zufolge ist aber das Verhältniſs zwischen beiden Linien gegeben, so wie der

Winkel *rcs* die Neigung von *abcd* gegen *bcgh* völlig bestimmt.

Es sey ferner *op* (Fig. 1) die Entfernung der Kante BC von dem ersten aufgeschichteten Blättchen, welche Entfernung man sich auf der Ebene ABCD gemessen vorstellt. Es ist von selbst einleuchtend, daſs *op* gleich *cr* (Fig. 2) multiplicirt mit der Anzahl *n* der subtrahirten Reihen seyn muſs. Es ist also $op = n \times cr$. Auf den Punkt *p* (Fig. 1) errichte man *pu* auf derjenigen Seitenfläche des ersten Blättchens, die in eben dieser Richtung liegt, der Höhe dieser Fläche gleich. Wir haben also $pu = cs$ (Fig. 2); und $opu = scr$. Nun wollen wir das Dreieck *upo* (Fig. 1) ganz vollständig darstellen. Es ist von selbst einleuchtend, daſs die Linie *ou* mit der Fläche des sekundären Krystalles, welche auf der Kante BC entsteht, zusammenfällt, und daſs durch den Winkel *pou* die Neigung dieser Fläche gegen das Parallelogramm ABCD bestimmt wird. Wenn man also in dem Dreiecke *upo* die beiden Seiten *op*, *pu* und den durch sie gebildeten Winkel *upo* kennt, so kann man auch leicht den Winkel *pou* finden, welcher die gesuchte Neigung bestimmt.

11. Das Dreieck *pou* heiſst das Messungsdreieck (*triangle mensurateur*); und in der Folge werde ich alle Dreiecke, die zu diesem Behufe gebraucht werden, so nennen.

12. Nun wollen wir einmal die Wirkung der Decreszenz betrachten, welche mit BC ebenfalls parallel, aber unten auf der Fläche BCGH statt findet. Es sey

oih das Messungsdreieck, worin *oi* die Entfernung der Kante BC von dem ersten aufgeschichteten Blättchen vorstellt. *ih* fällt mit den Seitenflächen dieses Blättchens, das mit der Kante BC parallel geht, zusammen, und ist ferner auch eben so hoch, als die eben angeführte Fläche. *oh* endlich fällt mit der Fläche zusammen, die durch die Decreszenz zum Vorschein kommt.

Es sey n' die Anzahl der subtrahirten Reihen. Wir haben also *oi* (Fig. 1) $= n' \times cs$ (Fig. 2). Ferner *ih* (Fig. 1) $= cr$ (Fig. 2) und $oih = rcs$. Der Winkel, den die durch die Decreszenz hervorgebrachte Fläche mit BCGH macht (Fig. 1) läfst sich auf solche Weise also sehr leicht bestimmen.

13. Es kann der Fall eintreten, dafs die beiden Decreszenzen, welche auf beiden Seiten der Kante BC statt finden, ein solches Verhältnifs gegen einander haben, dafs die beiden dadurch hervorgebrachten Flächen in eine und dieselbe Ebene zusammenfallen, so dafs die Seite *oh* des Dreiecks *oih* mit der Seite *ou* des Dreiecks *upo* in einerlei Richtung liegt, welchen Fall Fig. 3 vorstellt. Um dies zu beweisen, darf man nur erwägen, dafs die Dreiecke *upo* und *oih* einander ähnlich sind; theils weil die Winkel *opu* und *hio* eine gleiche Gröfse haben, theils weil die Seiten *op* und *ih* parallel laufen, und die Seiten *ou* und *ho* nach einer und derselben Richtung liegen.

Es ist also $pu : po = io : ih$.

Und auch cs (Fig. 2) $: n \times cr = n' \times cs : cr$.

Hieraus folgt $n' = \frac{1}{n}$.

Das heiſst, der angeführte Fall wird allemal eintreffen, wenn die Decreszenzen von BC nach GH sich umgekehrt wie diejenigen verhalten, welche von BC nach AD statt finden; oder welches einerlei ist, allemal dann, wenn die Decreszenz auf der einen Seite eben die Höhe, als die auf der entgegengesetzten besitzt. Man begreift sehr leicht, daſs beide Flächen auch in dem besonderen Falle in einerlei Ebene liegen müssen, wenn auf beiden Seiten nur eine Decreszenz durch eine Reihe statt findet.

14. Hieraus können wir den Schluſs ziehen, daſs man unter solchen Umständen, wie ich eben angeführt habe, die eine der beiden Decreszenzen ganz auſser Acht lassen kann, indem man die Fläche, welche dadurch zum Vorschein kommt, als die Fortsetzung derjenigen ansieht, welche durch die andere Decreszenz entsteht.

Man sieht nun auch sehr leicht ein, was man zu thun hat, um eben so die Neigungen der Flächen, welche durch die andern Decreszenzen entstehen, gegen die analogen Flächen des Urparallelepipedums zu bestimmen.

15. Ueber vier und zwanzig beläuft sich die Anzahl der Flächen eines sekundären festen Körpers nicht, denn das Urparallelepipedum hat zwölf Kanten. Von jeder derselben laufen zwei Decreszenzen nach entgegengesetzten Richtungen aus. Die entstehenden Flächen sind entweder alle Dreiecke, oder einige sind Dreiecke und andere Trapezien, je nachdem das Urparallelepipedum mehr nach der einen, als nach der

andern Richtung verlängert ist, oder je nachdem die Decreszenzen, welche mit gewissen Seitenkanten parallel fortgehen, einen rascheren Fortgang haben, als die mit andern Seitenkanten parallel laufenden.

Zwölf ist die geringste Anzahl der Flächen, welche ein sekundärer Krystall haben kann. In diesem Falle sind alle Decreszenzen, wenn man sie je zwei und zwei von einer und derselben Kante entspringend ansieht, einander gerade entgegengesetzt.

Der allereinfachste Fall ist der, wenn das Urparallelepipedum ein Würfel ist, denn alsdann ist $n = 1$ und $n' = 1$. Nach dieser Voraussetzung ist der sekundäre Krystall ein Dodecaëder mit gleichen und ähnlichen Rautenflächen, wie ich dies im raisonnirenden Theile weitläuftig auseinandergesetzt habe.

16. Wir wollen uns jetzt zur Bestimmungsart der Decreszenzen auf den Ecken wenden. Vorher müssen wir aber bemerken, daſs die decreszirenden Theilchen der aufgeschichteten Blättchen in diesem Falle wechselsweise ausspringende und einspringende Winkel bilden, doch so, daſs alle Kanten der Moleküls, welche an der Stelle der hervorspringenden Winkel befindlich sind, in einer Ebene liegen. Einer Summe von solchen Kanten werden wir folglich den Namen einer Seitenfläche (*face latérale*) geben.

Unter dieser Voraussetzung wollen wir einmal annehmen, daſs auf allen Ecken des Parallelepipedums (Fig. 1) durch eine gleiche Anzahl von Reihen eine Decreszenz nach der Richtung der Breite entstehe; und als Beispiel wollen wir die Decreszenz wählen,

welche auf der Ecke BCD statt findet. Es sey *Ckl* das Messungsdreieck, worin *Ck* die Entfernung des Punktes C von dem ersten aufgeschichteten Blättchen, *kl* aber die Seite einer korrespondirenden Seitenfläche desselben, dessen Höhe sie auch ausdrückt, vorstellen, und *Cl* falle mit der Fläche des sekundären Krystalles zusammen, welche durch die Decreszenz gebildet wird, wovon die Rede ist.

Nachdem die Diagonalen *db* und *fh* (Fig. 2) auf den Grundflächen der Moleküls gezogen sind, ziehe man *ct* senkrecht auf *db*, und *xz* auf *db*, also auch auf *fh* senkrecht.

Es sey N die Anzahl der subtrahirten Reihen. Alsdann ist *Ck* (Fig. 1) = N × *ct* (Fig. 2), und *kl* (Fig. 1) = *xz* (Fig. 2); ferner wird der Winkel *Ckl* (Fig. 1) dem Winkel gleich seyn, welcher die Ebene *bdfh* (Fig. 2) mit *fgh* bildet. Diese drei Gröſsen muſs man aber für bekannt ansehen, weil die Gestalt der Moleküls bestimmt ist. Man kann also die Gröſse des Winkels *kCl* (Fig. 1), wodurch die Neigung der durch die Decreszenz hervorgebrachten Fläche gegen das Parallelogramm ABCD bestimmt wird, sehr leicht finden. Auf eine ähnliche Weise muſs man verfahren, wenn man die Decreszenzen auf den andern Ecken gehörig bestimmen will.

17. Wir wollen einmal annehmen, daſs die Decreszenzen auf den beiden Ecken DCG und BCG sich zu der Decreszenz auf der Ecke BCD so verhalten, daſs die Flächen, welche hierdurch zum Vorschein kommen, in eine Ebene zusammenfallen.

Es

Es bleibe beständig AG (Fig. 4) das Urparallelepipedum. Wir wollen einmal annehmen, die Decreszenz, welche auf der Ecke BCD nach der Richtung der Breite statt findet, sey so grofs, dafs die untere Seitenkante des ersten aufgeschichteten Blättchens durch *mr* geht, in welchem Falle jede von den Linien C*m*, C*r* so viel Kanten des Moleküls, die gleich *cd* oder *bc* (Fig. 2) sind, enthält, als Reihen durch die Decreszenz subtrahirt seyn werden. Man schneide von CG (Fig. 4) den Theil C*c* gleich *cg* (Fig. 2) ab, und lege durch die Punkte *m*, *c*, *r* eine Ebene. Nun behaupte ich, dafs diese Ebene mit der Fläche, die durch die Decreszenz zum Vorschein kommt, parallel geht.

Um dies zu beweisen, ziehe man die Linien *ms* und *ru* von unbestimmter Länge mit CG parallel, verlängere beide nach oben, so dafs man M*m* oder R*r* = C*c* erhält. Diese Verlängerungen M*m* und R*r* stellen nun zwei von den Kanten vor, die zur Seitenfläche des ersten Blättchens gehören. Die durch die Decreszenz entstandene Fläche geht also durch die Punkte M und R. Sie geht aber ferner noch durch den Punkt C, weil solche von dort ihren Anfang nahm, und fällt daher mit der Ebene MCR zusammen. Weil aber die kurzen Linien C*c*, M*m*, R*r* drei Längenkanten des Moleküls vorstellen, welche unter einander parallel zwischen den beiden Ebenen *mcr* und MCR liegen, so ist es einleuchtend, dafs beide Flächen selbst mit einander parallel seyn müssen, das heifst also, dafs *mcr* mit der Fläche parallel läuft, welche durch die Decreszenz zum Vorschein kommt.

Eben dies gilt auch für die Voraussetzung, dafs die Decreszenz nach der Richtung der Höhe statt findet. Damit in diesem Falle die Ebene *mcr* mit der entstandenen Fläche parallel sey, mufs $cm = cd$ (Fig. 2), und $cr = cb$ seyn, ferner mufs in der Linie Cc (Fig. 4) die Linie *cg* (Fig. 2) so oft enthalten seyn, als Reihen, nach der Richtung der Höhe, subtrahirt sind.

18. Wir wollen einmal annehmen, dafs sich die Ebene MCR oberhalb der Flächen CDFG und BCGH verlängern, und wollen diese Verlängerungen als zwei Flächen ansehen, die ihre Entstehung zweien Decreszenzen auf den Ecken DCG und BCG verdanken. Da beide Decreszenzen einander gleich sind, so brauchen wir uns blofs auf diejenige einzuschränken, welche auf der Ecke DCG statt findet. Weil die Ebene *cmr* mit der Fläche, die durch die Decreszenz zum Vorschein kommt, parallel läuft, so erhellet hieraus, dafs *cm* mit der unteren Seitenkante des ersten, auf CDFG befindlichen aufgeschichteten Blättchens zusammenfallen mufs, und dafs C*r* ferner so viele Kanten des Moleküls enthält, als Reihen, nach der Richtung der Höhe, subtrahirt sind.

19. Wenn die zur Ecke BCD gehörige Decreszenz durch eine Reihe geschieht, so sieht man leicht ein, dafs die andern beiden Decreszenzen, wovon die eine der Ecke DCG, die andere der Ecke BCG angehört, ebenfalls durch eine Reihe bewirkt werden müssen; weil, wenn eine jede von den drei Linien C*m*, C*r*, Cc der Kante eines Moleküls gleich ist, diese drei De-

creszenzen nothwendiger Weise einerlei Abmessung haben müssen.

20. Wenn aber die zur Ecke BCD gehörige Decreszenz durch mehr als eine Reihe geschieht, so müssen die beiden andern Decreszenzen durchaus mittlere seyn, und dann genügt schon die Kenntnifs des ersten Gesetzes der Decreszenz zur Bestimmung der beiden andern. Wir wollen z. B. einmal annehmen, dafs die Decreszenz auf der Ecke BCD durch drei Reihen nach der Richtung der Breite geschehe. In diesem Falle ist sowol Cm als Cr dreien Molekülskanten gleich, und Cc hat die Gröfse einer einzigen Kante. Die Decreszenz auf der Ecke DCG geschieht also auf die Weise, dafs längs der Kante CD drei Kanten des Moleküls subtrahirt sind, dahingegen von CG nur eine einzige Molekülskante fehlt; nach der Richtung der Höhe geschieht diese Decreszenz aber durch drei Reihen, weil Cr der Gröfse von drei Molekülskanten entspricht. Eben dies findet auch bei der Decreszenz auf der Ecke BCG statt.

21. In allen Fällen dieser Art untersucht die Theorie blofs die Wirkung der Decreszenz, welche nach den gewöhnlichen Gesetzen erfolgt, weil sie dadurch zu einer weit leichteren Auflösung des Problems gelangt; die beiden andern Decreszenzen aber, welche sie ganz aufser Acht läfst, betrachtet sie blofs als subsidiarisch, um der Wirkung der ersteren zu Hülfe zu kommen, und um die Fläche, welche durch sie ihre Entstehung erhält, nach den anliegenden Flächen zu verlängern.

22. Durch die Decreszenz auf allen Ecken können bei einem sekundären Krystall höchstens vier und zwanzig Flächen entstehen, weil acht Ecken vorhanden sind, deren jede durch drei ebene Winkel gebildet werden, von wo aus eben so viele Decreszenzen entspringen können. Nach eben dieser Annahme müssen aber wenigstens acht Flächen vorhanden seyn. Obgleich man alsdenn im strengsten Sinne vier und zwanzig Decreszenzen annehmen müſste, so nimmt man doch nur auf acht Rücksicht, wodurch man die Bequemlichkeit erhält, nur die gewöhnlichen Gesetze zur Bestimmung der sekundären Kerngestalt anwenden zu dürfen.

23. Der einfachste Fall tritt ein, wenn das Urparallelepipedum ein Würfel ist, und alle Decreszenzen um eine Reihe geschehen. Der sekundäre Krystall ist alsdenn ein regelmäſsiges Octaëder. Man sehe den raisonnirenden Theil S. 110 u. f.

Es kann aber auch der Fall eintreten, daſs alle drei Decreszenzen, welche um eine Ecke statt finden, intermediäre sind. In diesem Falle muſs die eine derselben bestimmt gegeben seyn, weil man daraus durch eine, der vorhin angewendeten ähnliche Konstruktion leicht die beiden andern herleiten kann.

24. Wir wollen annehmen, daſs die Fig. 5 das Urparallelepipedum vorstellt, welches mit solchen Buchstaben versehen ist, als es unsere angenommene Bezeichnungsart erfordert. Vorausgesetzt, daſs auf der Ecke O eine Decreszenz nach oben entsteht, wodurch eine mit der Ebene *nrs* parallele Fläche zum Vorschein

kommt, welche folgendermafsen $(\overset{\frac{1}{2}}{O} D^3 F^4)$ bezeichnet werden mufs, so folgt hieraus, dafs $On = 3cd$ (Fig. 2), $Or = 4cb$ und $Os = 2cg$ ist.

Unter diesen Voraussetzungen mufs die Decreszenz zur Linken der Ecke O so bezeichnet werden: $({}^{\frac{1}{4}}O D^3 H^2)$, und die Decreszenz zur Rechten derselben Ecke erhält die Bezeichnung $(O^{\frac{1}{3}} F^4 H^2)$.

25. Um die Gröfse der Winkel zu bestimmen, welche die durch die mittleren Decreszenzen entstandenen Flächen mit den correspondirenden Flächen der Kerngestalt bilden, verfährt man am leichtesten und einfachsten so, dafs man eine jede kleine Gruppe von Moleküls, die durch die Decreszenz zum Vorschein kommen, als ein einziges Molekül ansieht. Hierdurch wird der Gang des Kalkuls wieder auf den zurückgeführt, welcher bei den gewöhnlichen Decreszenzen auf den Ecken in Anwendung gekommen ist.

Wir wollen zum Beispiel die Decreszenz auf der Ecke O nach oben, welche durch $(\overset{\frac{1}{2}}{O} D^3 F^4)$ bezeichnet wird, wählen. Man sieht leicht ein, dafs die Fig. 6 eine solche Gruppe von zwei über einander liegenden Moleküls darstellt; man bemerkt ferner, dafs die Seite mn drei Molekülskanten, die Seite np vier Kanten und die Seite nk zwei Kanten enthält, weil die Decreszenz durch zwei Reihen in die Höhe geschieht.

Man ziehe auf den Grundflächen die Diagonalen mp, io, setze nt senkrecht auf mp und us senkrecht auf mp und io zugleich.

Es sey nty (Fig. 7) das Messungsdreieck, bei welchem man sich vorstellen mufs, dafs nt auf der

Ebene AEOI (Fig. 5) liegt, und der eben so genannten Linie in Fig. 6. gleich sey. Man hat ferner *ty* (Fig. 7) = *us* (Fig. 6), und der Winkel *nty* (Fig. 7) ist dem Winkel gleich, den die Ebene *mpoi* (Fig. 6) mit dem Dreiecke *iko* macht. Hieraus kann man also den Winkel *ynt* (Fig. 7), welcher die gesuchte Neigung bestimmt, sehr leicht finden.

26. Die Auflösungen der Aufgaben dieser Art werden oft in der Praxis noch mehr vereinfacht, weil die Moleküls eine sehr regelmäfsige Gestalt haben. Angenommen z. B., dafs die hier der Untersuchung unterworfenen Moleküls Würfel wären, deren jede Kante durch die Einheit bezeichnet wird, so hat man (Fig. 6) $mn = 3$; $np = 4$; $nk = 2$; $mp = \sqrt{(mn)^2 + (np)^2} = \sqrt{25} = 5$; $nt = \frac{mn \times np}{mp} = \frac{12}{5}$; $us = nk = 2$.

Es ist also auch nt (Fig. 7) $= \frac{12}{5}$ und $ty = 2$.

Man hat also $nt : ty = \frac{12}{5} : 2 = 6 : 5$. In diesem Falle ist der Winkel *nty* überdies ein rechter Winkel, und man sieht daraus, wie leicht es ist, den Winkel *ynt* zu finden.

27. Die zu den Decreszenzen auf den Ecken gehörigen Messungsdreiecke können auch die Stelle der bei den Decreszenzen auf den Kanten angewendeten und untersuchten Messungsdreiecke vertreten, und ebenfalls zur Bestimmung der sekundären Gestalten dienen. Wir wollen z. B. einmal annehmen, dafs AG

(Fig. 8) einen würfeligen Kern vorstellt, der auf den vier Seitenkanten der Grundfläche ABCD Decreszenzen von zwei Reihen erleidet, und daſs man die Gröſse der Winkel der Pyramide SADCB, welche durch diese Decreszenzen entstehen, kennen lernen wollte. Man ziehe also die Diagonalen BD, AC, richte von dem Punkte *o*, worin sich beide Linien schneiden, die Linie *op* senkrecht auf CD, und ziehe darauf *sp*. Schneidet man nun von *po* den Theil *pr*, welcher die Gröſse zweier Molekülskanten hat, ab, und setzt im Punkte *r* die auf ABCD senkrechte Linie *ru*, welche der Voraussetzung zufolge die Gröſse einer Molekülskante besitzt, so wird das Dreieck *upr* die Stelle eines gewöhnlichen Messungsdreieckes vertreten; denn man wird durch Hülfe des rechten Winkels *urp* und des Verhältnisses 2 : 1 zwischen den Seitenlinien *pr* und *ur* sehr leicht die Neigung von D*s*C gegen die Grundfläche ABCD, so wie auch die Werthe der anderen Winkel bestimmen können. Denn anstatt der ähnlichen Dreiecke *upr* und *spo* geht jetzt alles darauf hinaus, die Winkel einer geraden Pyramide zu berechnen, bei welcher sich die Seite BC der Grundfläche, die zweimal so groſs wie *po* ist, zur Axe *os* wie 4 zu 1 verhält.

Wenn man auf der andern Seite von C*o* den Theil C*n*, der die Gröſse zweier Diagonalen des Moleküls hat, abschneidet, und im Punkte *n* die auf ABCD senkrechte Linie *nz* errichtet, so wird C*n* die Entfernung des Punktes C von dem ersten aufgeschichteten Blättchen nach der Richtung von C*o* hin ausdrücken,

und *nz* wird die Gröſse einer Molekülskante erhalten, woraus folgt, daſs auch das Dreieck *zCn* die Stelle eines Messungsdreieckes vertreten kann.

Wir haben also $Cn : nz = 2\sqrt{2} : 1$; und weil das Dreieck *zCn* dem Dreiecke *sCo* ähnlich ist, so wird die unter diesem neuen Gesichtspunkt gebrachte Untersuchung sich darauf einschränken, die Winkel einer geraden Pyramide zu suchen, in welcher sich die halbe Diagonale *Co* der Grundfläche zur Axe *os* wie $2\sqrt{2} : 1$ verhält, welches zur Bestimmung aller übrigen unbekannten Stücke schon hinreicht. Wir können also auf mehr als auf eine Art ein Messungsdreieck an die Stelle des andern setzen, wenn man auf diese Weise die Aufgaben mit gröſserer Leichtigkeit aufzulösen im Stande ist.

Jedes genauere Detail, worin ich mich einlassen werde, muſs als eine vorläufige Untersuchung angesehen werden, um darin vorzüglich den Nutzen der Messungsdreiecke zu bestimmen, welche bei der Untersuchung der Gesetze der Decreszenzen beständig ihre Anwendung finden. Jetzt wollen wir uns aber specieller mit den hieher gehörigen Methoden bekannt machen, und da werde ich dann zuvörderst die Theorie des Rhomboëders auseinandersetzen, und dann erst die übrigen Parallelepipeden, die eine vom Rhomboëder verschiedene Gestalt haben, folgen lassen, weil das Rhomboëder von allen Parallelepipeden gerade am fruchtbarsten an verschiedenartigen Resultaten ist, und zugleich auch die Anwendung der allgemeinen Formeln am leichtesten gestattet.

Vom Rhomboëder.

Ehe ich die Methode auseinandersetze, die sekundären Gestalten, welche vom Rhomboëder abstammen, zu bestimmen, muſs ich vorher die vorzüglichsten Linien, die sich bei diesem Körper betrachten lassen, algebraisch auszudrücken suchen.

28. Die Fig. 9 stellt ein stumpfes Rhomboëder vor, weil dies am häufigsten vorkommt. Was ich aber davon sagen werde, läſst sich auch eben so gut auf ein spitzes Rhomboëder anwenden.

Wenn man die beiden Diagonalen *bf* und *ad* irgend eines Rhombus gezogen hat, so bezeichnet *g* die halbe horizontale Diagonale *bc* oder *cf* und *p* die halbe schiefe Diagonale *ac* oder *cd*.

29. Es sey *adsg* (Fig. 10) ein Viereck, das durch zwei einander gegenüberstehende schräge Diagonalen *ad*, *gs* des Rhomboëders Fig. 9, und durch die Kanten *ag*, *ds*, welche zwischen diesen Diagonalen liegen, gebildet wird. Dies Viereck werde ich in der Folge den Hauptschnitt des Rhomboëders (*section principale du rhomboïde*) nennen.

Vom Punkte *d* lasse ich *dr* senkrecht auf die Axe *as* herab, und vom Punkte *g* fälle ich *gn* ebenfalls senkrecht auf die Axe, verlängere diese Linie aber noch so weit, bis sie *ad* schneidet. Es ist von selbst einleuchtend, daſs dieser Durchschnittspunkt gerade in der Hälfte von *ad* fällt. Denn, wenn man die Diagonalen *fg* und *bg* (Fig. 9.) zieht, so liegt die ganze Linie *gc*, welche mit *gc* in der Fig. 10 völlig überein-

stimmt, in der Ebene bfg (Fig. 9), die durch den Punkt c geht. Man begreift auch leicht, daſs der Theil cn, welcher eine Perpendikellinie ist, die vom Mittelpunkte des gleichseitigen Dreiecks bfg gezogen wird, die Hälfte vom Theil gn seyn muſs, der vom Mittelpunkte nach einem von den Winkeln desselben Dreiecks fortgeht. Ich werde gn in der Folge die Perpendikellinie auf der Axe und cn die halbe Perpendikellinie auf der Axe nennen.

30. Nun wird es sehr leicht werden, irgend eine von den Kanten des Rhomboëders, die Perpendikellinie auf der Axe und die Axe selbst durch Funktionen von g und p auszudrücken.

1) ab (Fig. 9) $= \sqrt{(bc)^2 + (ac)^2}$ $= \sqrt{g^2 + p^2}$. Dies ist also der Ausdruck für eine Kante.

2) Da die Seite bf des gleichseitigen Dreiecks bfg auch durch $2g$ ausgedrückt werden kann, so läſst sich die Linie cg, welche vom Mittelpunkte nach einer von den Ecken geht, dadurch finden, oder welches einerlei ist, die Perdendikellinie auf der Axe auch durch $\sqrt{\frac{4}{3} g^2}$ bezeichnen, woraus folgt, daſs die halbe Perpendikellinie auf der Axe gleich $\sqrt{\frac{1}{3} g^2}$ seyn muſs.

3) Wir sehen, daſs die senkrechten Linien gn und dr (Fig. 10) die Axe in drei gleiche Theile theilen. Denn die ähnlichen Dreiecke acn, adr geben die Proportion $ad : ac = ar : an$. Aber $ad = 2ac$. Also $ar = 2an$. Folglich $an = nr$. Weil aber fer-

ner die Dreiecke *dsr* und *gan* gleich und ähnlich sind, so hat man $rs = an$. Also $an = nr = rs$.

Nun ist aber $an = \sqrt{(ac)^2 - (cn)^2}$
$= \sqrt{p^2 - \frac{1}{3}g^2}$.

Wenn man diese Formel mit 3 multiplicirt, so erhält man c)

$$as = 3\sqrt{p^2 - \tfrac{1}{3}g^2} = \sqrt{9p^2 - \tfrac{9}{3}g^2}$$
$$= \sqrt{9p^2 - 3g^2}$$

31. Ehe wir aber weiter gehen, wollen wir noch die Auflösung folgender Aufgabe versuchen. Es sind die beiden halben Diagonalen g und p gegeben, man soll dadurch im Allgemeinen drei Arten von Winkel bestimmen, nämlich die ebenen Winkel des Rhomboëders, die respektiven Neigungswinkel ihrer Flächen, und die Winkel des Hauptschnittes.

1) Zur Bestimmung der ebenen Winkel ziehe man die Linie *am* (Fig. 9) senkrecht auf *df*; sie wird den Sinus des Winkel *afd* vorstellen, wenn man *af* für den Halbmesser ansieht. Wir müssen also zuerst das Verhältniſs zwischen *af* und dem Cosinus *fm* suchen.

c) Es ist gut, wenn man diesen Ausdruck für die Axe beibehält, so wie auch den für die Kante, nämlich $\sqrt{g^2 + p^2}$, und für die Perpendikellinie auf der Axe, nämlich $\sqrt{\frac{4}{3}g^2}$, weil ich dann nicht nöthig haben werde, bei der weiteren Ausführung der Theorie darauf zurück zu weisen, indem diese Ausdrücke alle Augenblicke vorkommen werden.

Wir wissen schon, daſs $af = \sqrt{g^2 + p^2}$ ist. Es bleibt also noch fm zu finden übrig.

Es ist am $= \frac{bf \times ac}{df} = \sqrt{\frac{4g^2 p^2}{g^2 + p^2}}$

Also fm oder $\sqrt{(af)^2 - (am)^2}$

$$= \sqrt{g^2 + p^2 - \frac{4g^2 p^2}{g^2 + p^2}} = \sqrt{\frac{g^4 - 2g^2 p^2 + p^4}{g^2 + p^2}}$$

Hieraus folgt nun $af : fm = g^2 + p^2 : \pm g^2 \mp p^2$

Die oberen Zeichen des letzteren Ausdrucks finden in dem Falle ihre Anwendung, wenn das Rhomboëder stumpf ist; die untern Zeichen aber, wenn es spitz ist.

Das vorige Resultat bietet uns eine merkwürdige Eigenschaft des Rhomboëders dar. Sie besteht darin, daſs der Cosinus des spitzen ebenen Winkels dieses Solidums beständig eine rationale Gröſse ist, vorausgesetzt, daſs die Quadrate, wodurch beide Diagonalen ausgedrückt werden, selbst rationale Gröſsen sind.

2) Zur Bestimmung der gegenseitigen Neigung der Flächen, z. B. der Fläche $abdf$ gegen $dfqs$.

Man ziehe vom Punkte m die Linie mi senkrecht auf df, und verlängere sie so weit, daſs sie die Diagonale fs schneidet. Der Winkel ami wird die Gröſse der gesuchten Neigung angeben, und ai wird der Sinus dieses Winkels seyn, wenn man am für den Halbmesser annimmt. In diesem Falle müssen wir das Verhältniſs des Sinus totus zum Cosinus oder das Verhältniſs von am zu im suchen.

Es ist schon bekannt, daſs $am = \sqrt{\frac{4g^2p^2}{g^2+p^2}}$ ist.

Nun ist noch *im* zu suchen übrig Dazu muſs man aber vorher *ai* finden.

Man ziehe *ak* (Fig. 10) senkrecht auf *gs*; sie wird auch $=$ *ai* werden (Fig. 9).

Nun hat man

$$ak = \frac{gn \times as}{gs} = \sqrt{\frac{\frac{4}{3}g^2(9p^2 - 3g^2)}{4p^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{3g^2p^2 - g^4}{p^2}} = ai.$$

Hieraus folgt die Proportion

$$am : ai = \sqrt{\frac{4p^2}{g^2+p^2}} : \sqrt{\frac{3p^2-g^2}{p^2}}.$$

Also ist

$$am : im = \sqrt{\frac{4p^2}{g^2+p^2}} : \sqrt{\frac{4p^2}{g^2+p^2} - \left(\frac{3p^2-g^2}{p^2}\right)}$$

$$= 2p^2 : g^2 - p^2$$

Ist das Rhomboëder spitz, so hat man die Proportion $am : im = 2p^2 : p^2 - g^2$. (*d*)

Man sieht, daſs die Eigenschaft den Cosinus durch eine rationelle Formel auszudrücken, welche bei den ebenen Winkeln statt fand, sich auch auf die Neigungswinkel der Flächen ausdehnen läſst.

d) In diesem Falle fällt der Sinus *ai* auſserhalb des Rhomboëders und folglich des stumpfen Winkels, den die beiden Flächen *abdf*, *dfqs* mit einander machen; alsdenn hat man einen Ergänzungswinkel zu diesem Winkel, nämlich den Neigungswinkel der Flächen, an der Stelle, wo die Kanten mit der Spitze zusammenstoſsen.

3) Für die Winkel des Hauptschnittes.

ak (Fig. 10) wird der Sinus des spitzen Winkels g seyn, wenn man *ag* für den Halbmesser nimmt, und mittelst Vergleichung des Sinus mit dem Cosinus kann man durch Hülfe des vorhin Gesagten die Proportion ableiten $ak : kg = \sqrt{3g^2p^2 - g^4} : g^2 - p^2$

Wenn das Rhomboëder spitz ist, so wird das letzte Verhältniſs in $\sqrt{3g^2p^2 - g^4} : p^2 - g^2$ verändert.

Beim primitiven Rhomboëder des kohlengesäuerten Kalkes hat man $g = \sqrt{3}$ und $p = \sqrt{2}$. (e) Wenn man diese Werthe für g und p in den vorigen Formeln substituirt, so findet man:

1) $af : fm$ (Fig. 9) $= 5 : 1$, welches *fam* $= 11° 32' 13''$ giebt. Hieraus folgt, daſs *baf* $= 101° 32' 13''$ ist.

2) $am : im = 4 : 1$, welches für den Winkel *ami* den Werth $75° 31' 20''$ giebt.

3) $ak : kg$ (Fig. 10) $= 3 : 1$; woraus folgt, daſs der Winkel $ags = 71° 33' 54''$ seyn muſs.

Ich gehe nun zu den Resultaten der verschiedenen Decreszenzgesetze, deren das Rhomboëder fähig ist, über.

32. Es giebt im Allgemeinen fünf Arten von möglichen Decreszenzen, wodurch sekundäre Gestalten zum Vorschein kommen können, nämlich:

Eine Decreszenz auf den oberen Seitenkanten *ab*, *af*;

Eine zweite auf der oberen Ecke *a*;

Eine dritte auf den unteren Seitenkanten *db*, *df*;

e) Ich werde in der Folge die Mittel angeben, welche ich angewendet habe, um diese Verhältnisse der Diagonalen zu bestimmen.

Eine vierte auf den Seitenecken *b*, *f*;

Eine fünfte auf der unteren Ecke *d*.

Wir schränken uns für jetzt bloſs auf die einfachen sekundären Gestalten ein, d. h. auf diejenigen, welche durch eine einzige Decreszenz entstehen, die entweder durch die gewöhnlichen oder durch ververmischte Gesetze zum Vorschein kommt. Die zusammengesetzten sekundären Gestalten und die intermediären Decreszenzgesetze werden der Gegenstand zweier besonderer Abschnitte werden.

1. Decreszenzen auf den oberen Seitenkanten.

33. Durch diese Decreszenzen entstehen im Allgemeinen Dodecaëder mit dreiseitigen Flächen, von denen drei Kanten, wechselsweise genommen, mit den Kanten *ab*, *af*, *ag* u. s. f. des Kerns (Fig. 9) zusammenfallen, und die übrigen erheben sich über die schiefen Diagonalen *ad*, *aq* u. s. f. Es leuchtet auch ferner ein, daſs die Axe dieses sekundären Krystalls mit der der Kerngestalt übereinstimmt.

Es sey *adsg* (Fig. 11) der Hauptschnitt dieses Kerns, *am* die Kante des sekundären Krystalls, welche sich über der Diagonale *ad* erhoben hat, und sich nothwendiger Weise in der Ebene befinden muſs, die durch *a*, *d*, *s* geht. *sm* sey die untere korrespondirende Kante, welche mit der Seitenkante *sd* des primitiven Rhomboëders zusammenfällt. Es sey *azt* das Messungsdreieck, welches wir hier dergestalt betrachten, als wenn die Decreszenzen auf der Ecke *a* geschähen, und noch bemerken, daſs einer jeden, von den Seitenkanten *ab*, *af* subtrahirten Reihe (Fig. 9) eine

schiefe Diagonale des Moleküls korrespondirt, welche die Gröſse der Entfernung eines aufgeschichteten Blättchens von dem anderen angiebt.

Wir wollen damit den Anfang machen, das Verhältniſs zwischen den Seiten az und tz dieses Dreiecks zu bestimmen. Es sey a die Kante eines Moleküls, und p' seine halbe schiefe Diagonale. Wenn man nun die Anzahl der subtrahirten Diagonalen n nennt, so hat man $az : tz = 2p' \times n : a$, und weil diese Dimensionen des Moleküls denen des Kerns proportional sind, auch $az : tz = 2np : \sqrt{g^2 + p^2}$

Nun müssen wir auch das Verhältniſs zwischen der Linie mu, welche auf der Axe des sekundären Dodecaëders senkrecht steht, und au, welche ein Theil der Axe ist, und zwischen der Spitze und der eben angezeigten Perpendikellinie liegt, bestimmen.

1) Für mu. Die ähnlichen Dreiecke msu und dsr geben: $ds : dr = sm : mu$

Aber $ds = \sqrt{g^2 + p^2}$ und $dr = \sqrt{\frac{4}{3} g^2}$

Es bleibt also noch sm, oder vielmehr der Theil dm dieser Linie zu suchen übrig, weil der andere Theil schon bekannt ist.

In den ähnlichen Dreiecken azt, adm hat man:

$$az : tz = ad : dm$$

Oder $2np : \sqrt{g^2 + p^2} = 2p : dm = \frac{1}{n} \sqrt{g^2 + p^2}$.

Hieraus folgt also

$$sm = \sqrt{g^2 + p^2} + \frac{1}{n} \sqrt{g^2 + p^2}$$

$$= \frac{n + 1}{n} \sqrt{g^2 + p^2}.$$

Die

Die Proportion $ds : dr = sm : mu$ mufs also verwandelt werden in

$$\sqrt{g^2 + p^2} : \sqrt{\tfrac{4}{3} g^2} = \frac{n+1}{n} \sqrt{g^2 + p^2} : mu$$
$$= \frac{n+1}{n} \sqrt{\tfrac{4}{3} g^2}.$$

2) Für au. Hiezu mufs man su suchen, welches als einen Theil von as betrachtet wird. Man hat das Verhältnifs $ds : rs = sm : su$. Oder

$$\sqrt{g^2 + p^2} : \tfrac{1}{3} \sqrt{9p^2 - 3g^2} = \frac{n+1}{n} \sqrt{g^2 + p^2} : su$$
$$= \frac{n+1}{3n} \sqrt{9p^2 - 3g^2}.$$

Es ist also $au = \sqrt{9p^2 - 3g^2} - \left(\frac{n+1}{3n}\right) \sqrt{9p^2 - 3g^2}$

$$= \frac{2n-1}{3n} \sqrt{9p^2 - 3g^2}.$$

Demnach

$$mu : au = \frac{n+1}{n} \sqrt{\tfrac{4}{3} g^2} : \frac{2n-1}{3n} \sqrt{9p^2 - 3g^2}.$$

34. Es seyen $b'am$, $f'am$ (Fig. 12) zwei an einander gränzende Flächen, die an der obern Spitze des sekundären Dodecaëders liegen, und so gewählt sind, dafs die Kanten ab', af' mit den eben so bezeichneten Kanten in der Fig. 9 übereinkommen, in welchem Falle die Kante am (Fig. 12) sich über der Diagonale ad (Fig. 9) befinden wird.

Wenn nun die halben Diagonalen g und p der Kerngestalt nebst der Anzahl n der Decreszenzen gegeben sind, so müssen wir jetzt den Neigungswinkel der Fläche $b'am$ gegen $f'am$ (Fig. 12) und den Neigungs-

winkel von *b'am* gegen die auf der andern Seite von *ab'* an ihr gränzende Fläche bestimmen.

Man stelle sich eine Ebene *b'yf'* vor, auf der die Axe *ao* senkrecht steht. Man ziehe *b'o*, *f'o*, *yo*, die alle in derselben Ebene liegen. Hierauf ziehe man *f'r* senkrecht auf *yo*, und *f'p* senkrecht auf *ay*, und ziehe von *p* nach *r* eine gerade Linie. Der Winkel *f'pr* wird die Hälfte des Neigungswinkels der Fläche *b'ay* gegen *f'ay* betragen *f*). Auf der andern Seite ziehe man *ye* senkrecht auf *b'o*, und *yh* senkrecht auf *ab'*, und dann ziehe man von dem Punkte *e* nach *h* eine gerade Linie. Der Winkel *yhe* ist halb so groſs, als der Winkel, welcher die Neigung der Fläche *b'ay* gegen die an *ab'* gränzende Fläche bestimmt *g*). Wir haben also jetzt die beiden verlangten Neigungswinkel, um das

f) Wenn man sich eine Linie von *b'* nach *p* gezogen vorstellt, so wird diese auf *ay* senkrecht seyn, eben so gut, wie es *f'p* ist; denn es ist ja einerlei, auf welcher Seite man diese Linien zieht. Weil nun *ap* schon für sich selbst sowohl auf *b'p* als auf *f'p* senkrecht steht, so ist *ap* auch auf der Ebene *b'pf'* und folglich auch auf der Ebene *f'pr* senkrecht, weil diese mit der ersteren zusammenfällt; denn *f'r* würde verlängert durch *b'* gehen. Die Linie *pr*, welche unten durch *ap* geht, wird also auch darauf senkrecht seyn. Weil nun aber auch *f'p* auf *ap* senkrecht ist, so wird der Winkel *f'pr* der Neigungswinkel von *f'ay* gegen *ayo*, d. h. die Hälfte der Neigung der Fläche *b'ay* gegen *f'ay* seyn.

g) Dies läſst sich durch ein ähnliches Raisonnement beweisen, als das ist, welches ich in der vorigen Anmerkung für den Winkel *b'pr* geführt habe. Es wird sich oft Gelegenheit finden, auf Konstruktionen dieser Art zurück zu kommen.

Verhältniſs zwischen dem Sinus $f'r$ und dem Cosinus pr des Winkels $f'pr$, und das Verhältniſs zwischen dem Sinus ye und dem Cosinus eh des Winkels yhe zu bestimmen.

Wenn man die Linie gn (Fig. 11) so weit verlängert hat, daſs sie am schneidet, so kann man, um die Sache mehr zu vereinfachen, annehmen, daſs die Ebene $b'yf'o$ (Fig. 12) eben so erhöht sey als gx (Fig. 11), so daſs also ao (Fig. 12) $=$ an (Fig. 11) wird; in diesem Falle hat man auch $f'o$ oder $b'o$ (Fig. 12) $= gn$ (Fig. 11), und yo (Fig. 12) $= nx$ (Fig. 11).

Jetzt müssen wir $f'r$ und pr für sich suchen.

1) Für $f'r$. Es ist von selbst klar, daſs diese Linie halb so groſs ist, als eine Linie von b' nach f' gezogen (Fig. 12) seyn würde. Weil beide Punkte aber eben so weit von einander entfernt sind, als die Länge von bf (Fig. 9) beträgt, so fallen sie mit den Punkten b, f zusammen, woraus folgt, daſs $f'r$ (Fig. 12) $= bc$ (Fig. 9) $= g$ seyn muſs.

2) Für pr. Die Dreiecke aoy und rpy (Fig. 12) sind einander ähnlich, wie ihre respektive Lage und die Gleichheit der beiden rechten Winkel aoy und rpy anzeigt. Man hat also $ay : ao = yr : pr$.

Nun wollen wir nach und nach ay, ao, yr suchen.

$ay = \sqrt{(yo)^2 + (ao)^2}$; $yo = nx$ (Fig. 11).
$au : mu = an : nx$.

Oder $\frac{2n-1}{3n}\sqrt{9p^2 - 3g^2} : \frac{n+1}{n}\sqrt{\tfrac{4}{3}g^2}$

$= \tfrac{1}{3}\sqrt{9p^2-3g^2} : nx = \frac{n+1}{2n-1}\sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} = yo$. (Fig. 12)

$ao = \frac{1}{3}\sqrt{9p^2 - 3g^2}$. Der mehreren Einfachheit wegen wollen wir den Werth für die Axe $= \sqrt{9p^2 - 3g^2}$ mit a bezeichnen. Alsdenn hat man

$$ay = \sqrt{\left(\frac{n+1}{2n-1}\right)^2 \frac{4}{3}g^2 + \frac{1}{9}a^2}.$$

Wir hätten also auch ao oder die zweite von den zu suchenden Gröſsen gefunden. Jetzt ist noch yr zu suchen.

Weil der Winkel $f'or = 60°$ und der Winkel $f'ro = 90°$ groſs ist, so hat man

$$or = \frac{1}{2}f'o = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{4}{3}g^2};\ yr = yo - or$$

$$= \frac{n+1}{2n-1}\sqrt{\frac{4}{3}g^2} - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{4}{3}g^2} = \frac{3}{2n-1}\sqrt{\frac{1}{3}g^2}.$$

Aus der Proportion $ay : ao = yr : pr$ wird also folgende

$$\sqrt{\left(\frac{n+1}{2n-1}\right)^2 \frac{4}{3}g^2 + \frac{1}{9}a^2} : \sqrt{\frac{1}{9}a^2} = \frac{3}{2n-1}\sqrt{\frac{1}{3}g^2} : pr$$

$$= \frac{\frac{1}{2n-1}\sqrt{\frac{1}{3}a^2 g^2}}{\sqrt{\left(\frac{n+1}{2n-1}\right)^2 \frac{4}{3}g^2 + \frac{1}{9}a^2}}.$$

Es ist also $f'r : pr = g : \dfrac{\frac{1}{2n-1}\sqrt{\frac{1}{3}a^2 g^2}}{\sqrt{\left(\frac{n+1}{2n-1}\right)^2 \frac{4}{3}g^2 + \frac{1}{9}a^2}}$

$$= \sqrt{\left(\frac{n+1}{2n-1}\right)^2 \frac{4}{3}g^2 + \frac{1}{9}a^2} : \frac{1}{2n-1}\sqrt{\frac{1}{3}a^2}$$

$$= \sqrt{(n+1)^2 4g^2 + (2n-1)^2 \frac{1}{3}a^2} : a.$$

Wir wollen jetzt zur Bestimmung des Verhältnisses zwischen dem Sinus ye und dem Cosinus eh des Winkels yhe übergehen.

1) Für ye. Es ist $ye = \sqrt{(yo)^2 - (oe)^2}$ und $yo^2 = \left(\frac{n+1}{2n-1}\right)^2 \frac{4}{3} g^2$ bei den vorhin angegebenen Berechnungen gefunden. Ferner ist $oe = \frac{1}{2} yo$, weil $eoy = 60°$ und $yeo = 90°$.
Hieraus folgt also

$$ye = \sqrt{\tfrac{3}{4}(yo)^2} = \sqrt{\left(\frac{n+1}{2n-1}\right)^2 g^2}.$$

2) Für eh. Die Dreiecke $b'oh$ und $b'he$ sind einander ähnlich, und so erhält man $ab' : ao = b'e : eh$.

$$ab' = \sqrt{(b'o)^2 + (ao)^2} = \sqrt{\tfrac{4}{3}g^2 + \tfrac{1}{9}a^2}.$$

$$ao = \sqrt{\tfrac{1}{9}a^2};\ b'e = b'o - oe = \sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} - \left(\frac{n+1}{4n-2}\right)\sqrt{\tfrac{4}{3}g^2}$$

$$= \left(1 - \left(\frac{n+1}{4n-2}\right)\right)\sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} = \frac{3n-3}{4n-2}\sqrt{\tfrac{4}{3}g^2}.$$

Aus der Proportion $ab' : ao = b'e : eh$ wird also folgende

$$\sqrt{\tfrac{4}{3}g^2 + \tfrac{1}{9}a^2} : \sqrt{\tfrac{1}{9}a^2} = \frac{3n-3}{4n-2}\sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} : eh.$$

Also $$eh = \frac{\frac{3n-3}{4n-2}\sqrt{\frac{4}{27}a^2g^2}}{\sqrt{\frac{4}{3}g^2 + \frac{1}{9}a^2}} = \frac{\frac{n-1}{2n-1}\sqrt{\frac{1}{3}a^2g^2}}{\sqrt{\frac{4}{3}g^2 + \frac{1}{9}a^2}}$$

$$= \frac{n-1}{2n-1}\sqrt{\frac{3a^2g^2}{12g^2 + a^2}}.$$

Es ist also

$$ye : eh = \sqrt{\left(\frac{n+1}{2n-1}\right)^2 g^2} : \frac{n-1}{2n-1}\sqrt{\frac{3a^2g^2}{12g^2+a^2}}$$

$$= n+1 : (n-1)\sqrt{\frac{3a^2}{12g^2+a^2}} = (n+1)\sqrt{12g^2+a^2}$$

$$: (n-1)\sqrt{3a^2} = (n+1)\sqrt{12g^2+9p^2-3g^2} : (n-1)$$

$$\sqrt{27p^2-9g^2} = (n+1)\sqrt{g^2+p^2} : (n-1)\sqrt{3p^2-g^2}.$$

Es ist eine Varietät des kohlengesäuerten Kalkes bekannt, deren beide Enden sechs Flächen haben, welche vermittelst einer Decreszenz durch drei Reihen auf den unteren Seitenkanten der Kerngestalt entstehen, und sich mit andern mittleren Flächen verbinden, worauf wir aber hier noch keine Rücksicht nehmen. Um bei dieser Varietät die vorhin angegebenen Formeln anzuwenden, muſs man $n = 3$, $g = \sqrt{3}$ und $p = \sqrt{2}$ setzen *h*).

Wenn man also diese Werthe substituirt, so findet man

1) $b'r : pr = \sqrt{89} : \sqrt{3}$; welches für den Winkel $f'pr$ den Werth von 79° 35′ 47″ und für den Neigungswinkel der Fläche $b'am$ gegen $f'am$ den Werth von 159° 11′ 34″ giebt.

2) $ye : eh = \sqrt{20} : \sqrt{3}$. Dies giebt für den Winkel yhe die Gröſse von 68° 49′ 43″ und 137° 39′ 26″ für den Neigungswinkel der Fläche $b'am$ gegen die an ab' liegende Fläche.

h) Weiter unten (No. 54) werde ich die Methode, p und g zu bestimmen, angeben.

35. Nun wollen wir, wenn es möglich ist, ein Decreszenzgesetz für das Dodecaëder mit gleichschenkeligen Dreiecken, oder dasjenige aufsuchen, welches aus zwei geraden Pyramiden besteht, die eine gemeinschaftliche Grundfläche haben. In diesem Falle ist $yo = b'o$. Also auch nx (Fig. 11) $= gn$, oder

auch $\frac{n+1}{2n-1}\sqrt{\frac{4}{3}g^2} = \sqrt{\frac{4}{3}g^2}$. (Man sehe 34. 2).

Dies giebt $n = 2$. Die Sache ist also möglich, sobald die Decreszenz durch zwei Reihen geschiehet.

Mir ist dieser Fall in der Natur noch nicht vorgekommen. Es giebt aber übrigens Dodecaëder mit gleichschenkeligen Dreiecken; nur sind sie durch andere Gesetze der Decreszenz um einen rhomboïdalen Kern entstanden.

36. So wie die Kante am sich an ihrem untern Ende mehr erhebt, und dadurch gröſsere Winkel mit der Axe ao (Fig. 12) bildet; so wird auch der Winkel, den die Fläche $b'am$ mit der an ab' liegenden Fläche macht, von selbst immer gröſser und gröſser, und es tritt ein Zeitpunkt ein, da sich diese beiden Flächen in einer und derselben Ebene befinden. Der sekundäre Krystall wird alsdenn ein Rhomboëder, dessen schiefe Diagonalen mit den Kanten ab', af' u. s. f. zusammenfallen.

Um das Gesetz aufzufinden, wodurch dieses Rhomboëder entsteht, bemerke ich, daſs dann, wenn dies wirklich der Fall ist, der Cosinus eh verschwindet.

Alsdenn ist also (34)

$$\frac{n-1}{2n-1}\sqrt{\frac{3a^2\,g^2}{12g^2+a^2}} = 0.$$ Oder ganz einfach $n-1=0$.

Est ist daher $n = 1$, welches auch aus dem, was ich oben gesagt habe, vollkommen deutlich seyn wird.

Nun wollen wir die beiden halben Diagonalen des jetzt zu untersuchenden Rhomboëders bestimmen; g' und p' mögen diese beiden Linien seyn. Wenn sm (Fig. 11) die schiefe Diagonale des Rhomboëders ist, so wird mu auf der Axe senkrecht stehen. Es ist also $mu = \sqrt{\tfrac{4}{3}g'^2}$. Aber (33. 1)) auf der andern Seite ist $mu = \frac{n+1}{n}\sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} = 2\sqrt{\tfrac{4}{3}g^2}$. Also $g' = 2g$.

Man muſs indeſs bemerken, daſs die Linie mu in eben diesem Falle so erhöhet ist, daſs sie sich in der Richtung von gn befindet. Dies ist eine nothwendige Folge der Voraussetzung, daſs sm die schiefe Diagonale ist.

Nun ist also $su = 2sr$ und $sm = 2sd$. Hieraus folgt $2p' = \sqrt{g^2+p^2}$, oder $p' = \sqrt{g^2+p^2}$. D. h. also, die halbe horizontale Diagonale g' ist doppelt so groſs, als die der Kerngestalt, und die halbe schiefe Diagonale p' ist so groſs, wie die Kante des Kerns.

Dieser Fall findet bei mehreren Krystallen seine Anwendung, vorzüglich aber bei der Varietät des kohlengesäuerten Kalkes, die ich gleichaxig (*équiaxe*) genannt habe. Hier ist $g = \sqrt{3}$, $p = \sqrt{2}$. Also $g' = \sqrt{12}$ und $p' = \sqrt{5}$. Hiernach lassen sich nun

die Winkel leicht bestimmen, wenn man die vorhin angegebenen Formeln dabei zum Grunde legt.

Wir wollen einmal annehmen, der sekundäre Krystall sey ein Würfel, und wollen in diesem Falle das Verhältnifs zwischen den beiden halben Diagonalen der Kerngestalt aufsuchen. Wir können $g' = 1$ und $p' = 1$ setzen. Wenn man also in den Gleichungen $g' = 2g$ und $p' = \sqrt{g^2 + p^2}$ substituirt, so erhält man $1 = 2g$ oder $g = \frac{1}{2}$, $1 = \sqrt{g^2 + p^2}$ oder auch $1 = g^2 + p^2 = \frac{1}{4} + p^2$. Hieraus folgt also $p = \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{1}{2}\sqrt{3}$.

Wir haben also die Proportion $g : p = 1 : \sqrt{3}$. Das heifst, die Kerngestalt ist ein spitzes Rhomboëder, dessen Winkel 60° und 120° grofs sind. Dieser Fall würde beim Würfel des flufsgesäuerten Kalkes eintreten, wenn man anstatt des regelmäfsigen Octaëders, welches die eigentliche Kerngestalt ist, ein Rhomboëder annimmt, das durch die Vereinigung zweier regelmäfsiger Tetraëder mit zwei, dem Octaëder entgegengesetzten Flächen zum Vorschein kommt.

2. Decreszenzen auf der oberen Ecke.

37. Diese Decreszenzen geben beständig Rhomboëder zu sekundären Gestalten. Die Fig. 11 ist zu unserem Behufe noch ferner brauchbar. *ao* bezeichnet darin die schiefe Diagonale von irgend einer Fläche des sekundären Rhomboëders, und *so* die an dieser Diagonale liegende Kante, so dafs, wenn man eine

senkrechte Linie vom Punkte *o* nach der Axe herabläſst, diese mit *dr* zusammenfällt, weil der Punkt o gerade dem dritten Theile der Axe gegenüber liegen muſs. Ferner wird *atz*, das im vorigen Falle nur die Stelle des eigentlichen Messungsdreieckes vertrat, unter diesen Umständen unmittelbar dazu gebraucht werden; und die Gröſse *n* bezeichnet beständig die Anzahl der subtrahirten Diagonalen, mit dem Unterschiede, daſs man diese Zahl verdoppeln muſs, wenn man die Anzahl der subtrahirten Reihen angeben will.

38. In der Voraussetzung, daſs *g*, *p* und *n* bekannt sind, wollen wir einmal das Verhältniſs zwischen den beiden halben Diagonalen g' und p' des sekundären Rhomboëders ganz allgemein auszudrükken suchen.

Wir wissen, daſs $or : ar = \sqrt{\tfrac{4}{3}g'^2} : \tfrac{2}{3}\sqrt{9p'^2 - 3g'^2}$ ist.

Weil aber die Werthe für *mu* und *au* eben so bleiben, als in dem Falle, da die Decreszenzen auf den oberen Seitenkanten (33. 1) und 2) statt fanden, so haben wir

$$or : ar = mu : au = \frac{n+1}{n}\sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} : \frac{2n-1}{3n}\sqrt{9p^2-3g^2}$$

$$= \sqrt{\tfrac{4}{3}g'^2} : \tfrac{2}{3}\sqrt{9p'^2 - 3g'^2}.$$

Oder wenn man die Wurzelzeichen fortschafft, so erhält man die Proportion $g'^2 : 12p'^2 - 4g'^2 = (n+1)^2 g^2 : (2n-1)^2 (3p^2 - g^2)$.

Wenn man die Produkte der beiden äuſsern und der beiden mittleren Glieder nimmt, und sie gehörig versetzt, so erhält man

$$((2n-1)^2\, 3p^2 + (n+1)^2\, 4g^2 - (2n-1)^2 g^2)\, g'^2 = (n+1)^2\, 12 g^2 p'^2.$$

Durch die weitere Entwickelung des Werthes $(n+1)^2 4g^2 - (2n-1)^2 g^2$ und nachherige Auflösung des gefundenen Werthes erhält man

$$((2n-1)^2 3p^2 + (12n+3)g^2) g'^2 = (n+1)^2 12 g^2 p'^2.$$

Es ist also

$$g' : p' = \sqrt{(n+1)^2 12 g^2} : \sqrt{(2n-1)^2 3p^2 + (12n+3)g^2}.$$

Wenn man annimmt, daſs die Decreszenz durch zwei Reihen geschieht, und die Kerngestalt ein Rhomboëder ist, worin $g = \sqrt{9}$, $p = \sqrt{10}$ ist: so hat man $n = 1$, und bekommt die Proportion $g' : p' = \sqrt{144} : \sqrt{55}$.

Dies Resultat findet wirklich beim binairen Eisenglanze seine Anwendung.

39. Wir wollen einmal die Untersuchung anstellen, ob unter allen möglichen Rhomboëdern wohl eins anzutreffen seyn wird, das dem ähnlich wäre, welches vermittelst einer Decreszenz durch eine Reihe auf den obern Kanten zum Vorschein kommt.

Wir haben gesehen, daſs die schiefen Diagonalen des letzten Rhomboëders mit den oberen Kanten der Kerngestalt, wie mit ag, zusammenfallen. Auf der andern Seite ist am eine von den schiefen Diagonalen des ersten Rhomboëders, und weil beide sich gleich sind, so hat man $gan = mau$, und folglich sind die rechtwinkeligen Dreiecke ang und aum einander selbst ähnlich. Es ist also $mu : au = gn : an$, oder auch

$$\frac{n+1}{n} \sqrt{\tfrac{4}{3} g^2} : \frac{2n-1}{3n} \sqrt{a^2} = \sqrt{\tfrac{4}{3} g^2} : \tfrac{1}{3} a.$$ (Man

sehe 33. 1) und 2)). Oder auch $\frac{n+1}{n} : \frac{2n-1}{3n} = 1 : \frac{1}{3}$. Hieraus folgt $n = 2$. Die Decreszenz würde also durch vier Reihen statt finden.

Wir wollen $n = \frac{1}{2}$ annehmen, welches der Fall bei einer Decreszenz mittelst einer einzigen Reihe ist; bei der Bestimmung des Verhältnisses zwischen *mu* und *au* erhalten wir $\frac{n+1}{n} \sqrt{\frac{4}{3}g^2} : \frac{2n-1}{3n} \sqrt{a^2}$ $= (3n+3) \sqrt{\frac{4}{3}g^2} : (2n-1) \sqrt{a^2} = \frac{9}{2} \sqrt{\frac{4}{3}g^2} : 0 \sqrt{a^2}$. Das Verhältnifs zwischen *mu* und *au* wird in diesem Falle also unendlich, welches anzeigt, dafs die Diagonale *ao* selbst unendlich ist, und dafs folglich die Fläche, auf welche diese Linie fällt, unendlich seyn mufs *i*). Dieser Fall findet beim kohlengesäuerten

i) Durch folgende Konstruktion wird man in den Stand gesetzt werden, einzusehen, was ich eigentlich mit diesen Arten von Verhältnissen, die ich unendlich grofs nenne, sagen will, weil sie anzeigen, dafs eine endliche Gröfse durch o getheilt werden soll; dahingegen sie im entgegengesetzten Falle unendlich klein sind. Es seyen *nm*, *ee* (Fig. 13) zwei Parallelen, die unter einem rechten oder irgend einem andern Winkel auf die gerade Linie *cp* fallen. Durch einen Punkt *d*, den man willkührlich in *nm* annimmt, ziehe man die Linie *adf*, die mit *cp* irgend einen Winkel einschliefsen wird, und dann ziehe man *bd* mit *cp* parallel. Man setze ferner $ab = x$, $bd = a$ und $dm = g$. Nun erhält man die Proportion

$$x : a = g : fm = \frac{ag}{x}.$$

Wenn wir nun annehmen, dafs die Linie *adf*, welche sich um den Punkt *d* unbeweglich dreht, an ihrem Ende *a* her-

Kalk, beim Turmalin, beim schwefelgesäuerten Eisen u. s. f. statt. Nun ereignet sich eine zweite Decreszenz, wodurch die Seitenflächen entstehen, durch deren Dazwischenkunft die obere Fläche begrenzt wird; oder es bleiben Flächen zurück, die mit denen des Kerns parallel laufen.

40. Wenn wir aber annehmen, dafs auch Decreszenzen in die Höhe geschehen, so sieht man leicht ein, dafs die Flächen, welche dadurch zum Vorschein kommen, gerade nach der der Decreszenz entgegen-

abgeschoben wird, und auf diese Weise nach und nach die Lage odp annimmt, und dafs der Punkt o sich beständig nach dem Punkte b zu begeben strebt, so wird die Linie adf sich immer mehr und mehr einer mit cp parallelen Lage nähern, und hier hört denn eine jede Veränderung der Lage auf. Zu gleicher Zeit wird aber in der Gleichung $fm = \frac{ag}{x}$ die Gröfse fm beständig wachsen, und die Gröfse x immer abnehmen. Wenn nun x gänzlich verschwindet, in welchem Falle die Gleichung die Form $fm = \frac{ag}{o}$ erhält, wird der Punkt a mit dem Punkte b zusammenfallen, und die Linie fm ist unendlich, weil sie nicht mehr von der Linie af geschnitten werden kann, indem sie mit derselben parallel läuft, und nun ihre Lage nicht mehr verändert. Hieraus leuchtet ein, in welchem Sinne man sagen kann, dafs das Verhältnifs $\frac{ag}{o}$ eine unendliche Gröfse darstellt. Und blofs von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet kann auch die Diagonale ao (Fig. 11) des sekundären Rhomboëders, wenn sie, wie in dem eben untersuchten Falle, mit der Linie or, welche sie bisher schnitt, parallel läuft, als eine unendliche Gröfse betrachtet werden.

gesetzten Seite liegen werden, so daſs die erhaltenen sekundären Rhomboëder immer weniger und weniger spitz werden, je mehr die Höhe der Blättchen beim Decresziren zunimmt. Ich werde jetzt das Verfahren zeigen, wie man die Wirkung dieser Decreszenzen durch die Rechnung zu bestimmen im Stande ist.

Es sey *agsd* (Fig. 14) der Hauptschnitt der Kerngestalt, und *azt* das Messungsdreieck, worin *az* bloſs eine einzige Reihe anzeigt, d. h. also, es ist diese Linie einer halben schiefen Diagonale des Moleküls gleich; die Linie *tz* aber hat die Länge von eben so viel Molekülskanten, als Reihen nach der Richtung der Höhe subtrahirt worden sind.

Wenn man *ta* bis *ag* verlängert, so wird die Linie *ay* mit der schiefen Diagonale des sekundären Rhomboëders, dessen Hauptschnitt durch *apsk* bestimmt wird, zusammenfallen.

Man verlängere die Linie *sg* so weit, bis sie *ap* schneidet, und lasse *yu* senkrecht auf die Axe *as* herab. Nun muſs vor allen Dingen das Verhältniſs zwischen *uy* und *au* bestimmt werden.

Zuerst wollen wir *uy* suchen.

In den ähnlichen Dreiecken *sgm* und *syu* hat man die Proportion $sg : sy = gm : uy$.

Aber $sg = 2p$, und $sy = sg + gy$. Wir müs- also *gy* suchen.

In den ähnlichen Dreiecken *atz* und *ayg* findet man die Proportion $az : tz = gy : ag$.

Oder $p : n\sqrt{g^2 + p^2} = gy : \sqrt{g^2 + p^2}$.

Es is folglich $gy = \frac{p}{n}$ und $sy = 2p + \frac{p}{n} = \frac{2np + p}{n}$.

Ferner ist $gm = \sqrt{\frac{4}{3}g^2}$.

Die Proportion wird also so stehen

$$2p : \frac{2np + p}{n} = \sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} : uy = \frac{2n + 1}{2n}\sqrt{\tfrac{4}{3}g^2}.$$

Jetzt ist noch au zu finden übrig.

Aber $au = as - us = \sqrt{9p^2 - 3g^2} - us.$

Nun muſs us gesucht werden. In den ähnlichen Dreiecken smg und suy hat man

$$sg : sy = sm : us.$$

Oder $2p : \frac{2n + p}{n} = \frac{2}{3}\sqrt{a^2} : us.$ (k)

Also $us = \frac{2n + 1}{3n}\sqrt{a^2}.$

Folglich $au = \sqrt{a^2} - \left(\frac{2n + 1}{3n}\right)\sqrt{a^2} = \frac{n - 1}{3n}\sqrt{a^2}.$

Wir haben also die Proportion:

$$uy : au = \frac{2n + 1}{2n}\sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} : \frac{n - 1}{3n}\sqrt{a^2} =$$

$$(6n + 3)\sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} : (2n - 2)\sqrt{a^2}.$$

41. Nun wollen wir das Verhältniſs zwischen den beiden halben Diagonalen g' und p' des sekundären Rhomboëders ganz im Allgemeinen zu bestimmen suchen.

Man sieht sehr leicht ein, daſs lm im sekundären Rhomboëder die halbe Perpendikellinie auf der Axe, und am der dritte Theil dieser Axe ist. Weil ferner

k) Die Gröſse a bezeichnet hier die Axe der Grundgestalt.

ml und *am* den Linien *uy* und *aü* proportional sind, so haben wir $(6n + 3)\sqrt{\frac{4}{3}g^2} : (2n - 2)\sqrt{9p^2 - 3g^2}$ $= \sqrt{\frac{1}{3}g'^2} : \frac{1}{3}\sqrt{9p'^2 - 3g'^2}$.

Wenn man die Wurzelzeichen reducirt, und hernach fortschafft, so erhält man die Proportion $(2n+1)^2 4g^2 : (2n-2)^2 (3p^2 - g^2) = g'^2 : 3p'^2 - g'^2$.

Nimmt man nun die Produkte der beiden äufseren und der beiden mittleren Glieder, so ist $((2n-2)^2 3p^2 - (2n-2)^2 g^2 + (2n+1)^2 4g^2) g'^2$ $= (2n + 1)^2 \; 12 g^2 \; p'^2$. Entwickelt man hiernächst die Werthe $(2n - 2)^2$ und $(2n + 1)^2$, reducirt das Gefundene, und nimmt das Verhältnifs zwischen g' und p', so erhält man diese Proportion $g' : p' = \sqrt{(2n+1)^2 3g^2} : \sqrt{(n-1)^2 3p^2 + (3n^2 + 6n) g^2}$.

Es sey $n = \frac{1}{2}$, $g = 1$, $p = \sqrt{3}$. Wir haben also wie bei einem spitzen Rhomboëder von 60° und 120° das Verhältnifs $g' : p' = \sqrt{8} : \sqrt{3}$; ein Resultat, das dem völlig ähnlich ist, zu welchem man gelangt wäre, wenn man eine Decreszenz von zwei Reihen in der Breite auf irgend zweien entgegengesetzten Ecken der kubischen Kerngestalt angenommen hätte. Wir finden in der Natur an einer Varietät des Fahlerzes dies auf das spitze Rhomboëder angewendete Resultat wirklich vorhanden. *l*)

42. Es

l) Unter diesen Umständen sieht man das Tetraëder oder die eigentliche Kerngestalt dieses metallischen Minerals als eine Spitze des Rhomboëders an, welches ich in der Folge noch weitläuftiger auseinandersetzen werde.

42. Es ist merkwürdig, daſs dieselben Rhomboëder, welche durch eine Decreszenz in die Breite auf der oberen Ecke entstehen, und deren Flächen gegen die schiefen Diagonalen des Kerns gerichtet sind, auch durch eine Decreszenz in die Höhe, und zwar auf die Weise hervorgebracht werden können, daſs ihre Flächen den Kanten der Kerngestalt entsprechen. Wir wollen eine Formel suchen, durch die wir in den Stand gesetzt werden, die Decreszenzgesetze des einen Rhomboëders sogleich aus den Gesetzen des andern zu erkennen. n bedeute immer die Anzahl der subtrahirten Reihen für die Decreszenz in die Breite; n' aber die Anzahl der mit den Decreszenzen in der Höhe korrespondirenden subtrahirten Reihen. Wenn die beiden Rhomboëder einander ähnlich sind, so muſs das Verhältniſs zwischen der halben Perpendikellinie auf der Axe und dem dritten Theile dieser Axe bei beiden gleich seyn. Es muſs also $\frac{n+1}{n}\sqrt{\frac{4}{3}g^2} : \frac{2n-1}{n}\sqrt{9p^2-3g^2}$ $= (6n'+3)\sqrt{\frac{4}{3}g^2} : (2n'-2)\sqrt{9p^2-3p^2}$ seyn. (Man sehe 33 und 40). Oder einfacher hat man

$$n+1 : 2n-1 = 2n'+1 : 2n'-2.$$

Wenn man die Produkte der beiden äuſseren und der beiden mittleren Glieder nimmt, so ist $2nn' + 4n = 4n' - 1$.

Hieraus folgt $n = \frac{4n'-1}{2n'+4}$ und $n' = \frac{4n+1}{4-2n}$.

Es sey $n' = \frac{3}{2}$, wie im vorhin angeführten Falle.

Dann wäre $n = \frac{5}{7}$, eine Decreszenz, wovon mir bei

einer Krystallisation bis jetzt noch kein Beispiel vorgekommen ist.

Es sey $n = 2$. Dann findet man $n' = \frac{9}{0}$, eine unendliche Gröſse, welche anzeigt, daſs in diesem Falle die Linie *ap* mit der Linie *ag* zusammenfällt, d. h. daſs das sekundäre Rhomboëder demjenigen ähnlich ist, welches vermittelst der Decreszenz durch eine Reihe auf den oberen Seitenkanten der Kerngestalt zum Vorschein kommt.

Endlich bemerke ich noch, daſs wir in der Folge sehen werden, daſs die Resultate der Decreszenzen in der Höhe, von denen wir eben geredet haben, bei denen der mittleren Decreszenzen wieder vorkommen, zu welchen man sie auch am natürlichsten zählen könnte. Die eben angeführte Methode kann aber zur Vereinfachung des Kalkuls dienen.

3. Decreszenzen auf den unteren Seitenkanten.

43. Die sekundären Krystalle, welche durch diese Art der Decreszenz zum Vorschein kommen, sind beständig Dodecaëder mit gleichschenkeligen dreiseitigen Flächen, deren eine Seitenlinie mit einer von den Seitenkanten *bd*, *ds*, *fq* u. s. f. (Fig. 9) des ursprünglichen Rhomboëders zusammenfallen.

44. Es sey *adsg* (Fig. 15. X Taf.) der Hauptschnitt dieses Rhomboëders, *pu* die Axe des sekundären Dodecaëders; *pd*, *du* zwei mit einander verbundene Kanten dieses Dodecaëders. *dho* sey das Messungsdreieck, worin *ho* so groſs ist, als eine Moleküls-

kante, und dh so viele schiefe Diagonalen des Moleküls in sich faſst, als Reihen subtrahirt worden sind. n drücke die Anzahl dieser Diagonalen aus, p' die Hälfte von einer dieser Diagonalen, und g' die Hälfte der horizontalen Diagonale.

Auf diese Weise erhalten wir $ho = \sqrt{g'^2 + p'^2}$ und $dh = 2np'$.

45. Nun wollen wir den Theil ap der Axe des sekundären Krystalls oder die Gröſse, um welche diese Axe die der Kerngestalt auf jeder Seite übertrifft, bestimmen.

Wenn man die Linie ga so weit verlängert hat, bis sie dp schneidet, so erhält man die ähnlichen Dreiecke pal und psd, welche die Proportion $ds : ps = al : ap$ geben. Hieraus folgt

1) $ds = \sqrt{g^2 + p^2}$.

2) $ps = ap + as = ap + \sqrt{9p^2 - 3g^2}$.

3) Für al. In den ähnlichen Dreiecken dho und dal hat man die Proportion $dh : oh = ad : al$.

$$\text{Oder: } 2np' : \sqrt{g'^2 + p'^2} = 2p : al = \frac{p}{n}\sqrt{\frac{g'^2 + p'^2}{p'^2}}$$

Weil aber die Dimensionen der Moleküls denen der Kerngestalt proportional sind, so erhält man, wenn man $\frac{g^2 + p^2}{p^2}$ an die Stelle des Verhältnisses $\frac{g'^2 + p'^2}{p'^2}$ setzt, $al = \frac{1}{n}\sqrt{g^2 + p^2}$.

Aus der Proportion $ds : ps = al : ap$ wird also

$$\sqrt{g^2 + p^2} : ap + \sqrt{9p^2 - 3g^2} = \frac{1}{n}\sqrt{g^2 + p^2} : ap.$$

Hieraus folgt $ap = \frac{1}{n-1} \sqrt{9p^2 - 3g^2}$.

46. Nun wollen wir die respektiven Neigungen der Flächen des Dodecaëders bei den Kanten, die sich an den Enden mit einander vereinigen, bestimmen. Es sey *as* (Fig. 16) die Kerngestalt, und *bpd*, *dpf* und *fpq* die drei Flächen des Dodecaëders. Man ziehe die halbe horizontale Diagonale *de* des Rhombus *dfqs*, verlängere *pf*, und setze *dk* auf der verlängerten Linie senkrecht. Vom Punkte *k* nach *e* ziehe man eine gerade Linie *ke*. Der Winkel *dke* wird der halbe Neigungswinkel der Fläche *dpf* gegen *fpq* seyn.

Auf der andern Seite ziehe man die halbe Horizontaldiagonale *fc* des Rhombus *abdf*, setze *fz* senkrecht auf *dp* und ziehe vom Punkte *c* nach *z* die gerade Linie *cz*. Der Winkel *fzc* ist der halbe Neigungswinkel des Dreieckes *fpd* gegen *bpd*, und man sieht leicht ein, daſs diese Neigung immer gröſser seyn müsse, wie die erstere.

Nun wollen wir zuerst *ek* und *de* suchen.

Man sieht leicht, daſs $de = g$ seyn müsse; man hat also nur noch *ek* zu finden nöthig.

Es sey *pg* (Fig. 15) eine Kante, welche durch dieselben Punkte (Fig. 16) geht, und mit *pf* einerlei Gröſse hat. Wenn man nun *sy* (Fig. 15) auf die verlängerte Linie *pg* senkrecht gezogen, und durch die Mitte *t* der Linie *sg* eine andere Linie *tq* ebenfalls auf die verlängerte Linie senkrecht gezogen hat, so bekommt man $tq = ek$ (Fig. 16). Um *tq* zu finden,

darf man nur sy suchen, weil tq halb so grofs, wie sy ist.

In den ähnlichen Dreiecken png und pys hat man die Proportion $pg : gn = ps : sy$.

1) Für pg. Es ist $pg = \sqrt{(pn)^2 + (gn)^2}$. Aber

$$pn = ap + an = \frac{1}{n-1}\sqrt{9p^2 - 3g^2} + \tfrac{1}{3}\sqrt{9p^2 - 3g^2}$$

$$= \frac{n+2}{3n-3}\sqrt{9p^2 - 3g^2}. \text{ (Man sehe 45.)}$$

Imgleichen ist $gn = \sqrt{\tfrac{4}{3}g^2}$.

Also $pg = \sqrt{\left(\frac{n+2}{3n-3}\right)^2 a^2 + \tfrac{4}{3}g^2}$.

2) Weil gn schon bekannt ist, so dürfen wir nur ps suchen.

Es ist $ps = ap + as = \frac{1}{n-1}\sqrt{a^2} + \sqrt{a^2} = \frac{n}{n-1}\sqrt{a^2}$.

Aus der Proportion $pg : gn = ps : sy$ wird also

$$\sqrt{\left(\frac{n+2}{3n-3}\right) a^2 + \tfrac{4}{3}g^2} : \sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} = \frac{n}{n-1}\sqrt{a^2} : sy.$$

Also $sy = \frac{n}{n-1}\sqrt{\frac{\tfrac{4}{3}a^2 g^2}{\left(\frac{n+2}{3n-3}\right)^2 a^2 + \tfrac{4}{3}g^2}}$.

Wenn man also die Hälfte dieses Werthes für den Werth von ek (Fig. 16) annimmt, so haben wir

$$de : ek = g : \frac{n}{n-1}\sqrt{\frac{\tfrac{1}{3}a^2 g^2}{\left(\frac{n+2}{3n-3}\right) a^2 + \tfrac{4}{3}g^2}}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{n+2}{3n-3}\right)^2 a^2 + \tfrac{4}{3}g^2} : \sqrt{\left(\frac{n}{n-1}\right)^2 \tfrac{1}{3}a^2}.$$

Nun wollen wir auch fc und cz suchen.

fc ist aber $= g$, und wir dürfen nur bloſs noch cz finden.

Vom Punkte a (Fig. 15), der auf der äuſsersten Spitze der Axe angenommen wird, und vom Punkte c, der in der Mitte von ad befindlich ist, ziehe man ax und cz, alle beide auf dp senkrecht. cz wird eben die Linie, wie in der Fig. 16 und ax zweimal so groſs wie sie seyn.

In den ähnlichen Dreiecken prd und pxa ist aber $dp : dr = ap : ax.$

Weil nun dr und ap bekannt sind, so ist nur bloſs noch dp zu suchen übrig.

Wir wissen, daſs $dp = \sqrt{(pr)^2 + (dr)^2}$

$$pr = ap + ar = \frac{1}{n-1}\sqrt{a^2} + \tfrac{2}{3}\sqrt{a^2} = \frac{2n+1}{3n-3}\sqrt{a^2}.$$

(Man sehe 45.)

Es ist also $dp = \sqrt{\left(\frac{2n+1}{3n-3}\right)^2 a^2 + \frac{4}{3}g^2}.$

Die Proportion wird deshalb so stehen

$$\sqrt{\left(\frac{2n+1}{3n-3}\right)^2 a^2 + \tfrac{4}{3}g^2} : \sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} = \frac{1}{n-1}\sqrt{a^2} : ax.$$

Wenn man nun die Hälfte des Werthes von ax nimmt, so erhält man cz (Fig. 16), und es ist

$$fc : cz = g : \sqrt{\frac{\left(\frac{1}{n-1}\right)^2 \frac{1}{3}a^2 g^2}{\left(\frac{2n+1}{3n-3}\right)^2 a^2 + \frac{4}{3}g^2}}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{2n+1}{3n-3}\right)^2 a^2 + \tfrac{4}{3}g^2} : \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right)^2 \tfrac{1}{3}a^2}.$$

47. Jetzt wollen wir einmal eine Anwendung von den verschiedenen gefundenen Ausdrücken zu machen suchen.

Wenn in der Gleichung $ap = \frac{1}{n-1} \sqrt{9p^2 - 3g^2}$ der Werth für $n = 2$ angenommen wird, so bekommt sie die Form $ap = \sqrt{9p^2 - 3g^2}$; d. h. es muſs in diesem Falle jeder Theil der Axe des Dodecaëders, welcher an beiden Enden der Axe der Kerngestalt herausragt, eben so groſs als diese letzte Axe seyn; oder welches einerlei ist, die Axe des Dodecaëders ist dreimal so groſs, als die der Kerngestalt. Diese Eigenschaft ist in der allgemeinsten Bedeutung wahr.

48. Es wird nicht überflüſsig seyn, wenn ich im Vorbeigehen bemerke, daſs die Körper in demselben Verhältnisse gegen einander stehen, wie ihre Axen.

Um dies zu beweisen, wollen wir eine Ebene durch *dps* und eine zweite durch *spf* legen. Diese beiden Ebenen vereinigen sich bei *dpf* und *dfs*, und schneiden eine vierseitige Pyramide, von der *f* die Spitze und *dps* die Grundfläche seyn wird.

Im Rhomboëder bekommen wir aber eine korrespondirende Pyramide, deren Flächen *das*, *saf*, *daf* und *dfs* sind. Nehmen wir die Spitze derselben ebenfalls in *f* an, so wird *das* die Grundfläche seyn.

Diese Grundfläche ist aber halb so groſs, als die Grundfläche *dps* der ersten Pyramide, weil $as = \frac{1}{2} ps$ ist. Weil nun beide Spitzen zusammenstoſsen, so wird die Pyramide, welche im Dodecaëder befindlich ist, zweimal so groſs seyn, als die im Rhomboëder befindliche.

Der Theil des Dodecaëders, den wir hier untersuchen, ist aber eben so wie das Rhomboëder aus sechs Pyramiden zusammengesetzt. Er muſs eben deshalb auch zweimal so groſs seyn, als der des Rhomboëders. Der körperliche Inhalt seines vorspringenden Theiles ist folglich eben so groſs, als der des Rhomboëders. Die ganze Masse des Dodecaëders, welche aus dem Rhomboëder und zwei vorspringenden Theilen besteht, ist folglich dreimal so groſs, als die des Rhomboëders.

Wenn man für n andere Werthe nach Willkühr substituirt, so wird ein anderes Verhältniſs zwischen diesen beiden Axen statt finden; allein es wird immer mit dem Verhältnisse der festen Körper selbst korrespondiren.

49. Wir wollen einmal $n = 1$ annehmen. Dann ist $ap = \frac{1}{0} \sqrt{9p^2 - 3g^2}$. (Man sehe 45). Das heiſst also, die Axe wird in diesem Falle eine unendliche Gröſse, und die durch die Decreszenzen hervorgebrachten Flächen müssen folglich senkrecht seyn. Dieser Fall findet beim Korund statt.

50. Wir wollen einmal zu der Hypothese wieder zurück gehen, nach welcher $n = 2$ angenommen ward. Es sey ferner $g' = \sqrt{3}$ und $p = \sqrt{2}$, wie bei dem primitiven Rhomboëder des kohlengesäuerten Kalkes. Wenn man diese Werthe in die Gleichungen (46. 2)) bringt, welche für fc und cz (Fig. 16) gefunden sind, so erhält man $fc : cz = \sqrt{29} : \sqrt{3}$. Dies giebt für den Neigungswinkel der Ebene fpd gegen bpd den Werth von 144° 20′ 26″.

51. Wenn man eben diese Werthe in den Gleichungen (46. 1)) für *de* und *ek* substituirt, so erhält man $de : ek = \sqrt{5} : \sqrt{3}$, welches für den Neigungswinkel der Fläche *fpd* gegen *fpq* den Werth $= 104^{\circ}\ 28'\ 40''$ giebt. Dieser Winkel ist also genau eben so grofs, als der Neigungswinkel der primitiven Flächen *bafd* und *gafq*, welche den sekundären Flächen *fpd* und *fpq* korrespondiren.

Wir wollen einmal annehmen, dafs *amhl* das Viereck sey, welches man dadurch aus dem Rhomboëder *as* (Fig. 9) erhält, dafs eine schneidende Ebene durch *am* geht, und auf *abdf* senkrecht steht. Man ziehe *ai* (Fig. 17) senkrecht auf *hm*; diese Linie wird der Linie *ai* in der Fig. 9 korrespondiren.

Man sieht nun leicht ein, dafs der Winkel *mah* (Fig. 17) der Neigungswinkel zweier Flächen des Rhomboëders, die um eine und eben dieselbe Spitze liegen, seyn mufs, und folglich ist er auch der Neigungswinkel der Rhomben *bafd* und *gafq* (Fig. 9). Wir müssen also jetzt blofs noch beweisen, dafs sich der Sinus und Cosinus der Hälfte dieses Winkels, nämlich *mr* und *ar* (Fig. 17), eben so gegen einander verhalten wie *de* und *ek* (Fig. 16).

Wir haben schon oben (31. 1)) gefunden, dafs

$$am \text{ (Fig. 17)} = \sqrt{\frac{4g^2p^2}{g^2+p^2}} = \sqrt{\frac{24}{5}} = mh \text{ sey.}$$

Ferner wissen wir auch, dafs

$$ai = \sqrt{\frac{3g^2p^2 - g^4}{p^2}} = \sqrt{\frac{9}{2}} \text{ (m. sehe 31. 2)) ist.}$$

Vermöge der Konstruktion ist aber $ml = 2g = \sqrt{12}$.

Ferner ist $ar = \frac{ai \times mh}{ml} = \frac{\sqrt{\frac{9}{2} \times \frac{24}{5}}}{12} = \sqrt{\frac{9}{5}}$.

Es ist also $mr = g : ar = \sqrt{3} : \sqrt{\frac{9}{5}} = \sqrt{5} : \sqrt{3}$
$= de$ (Fig. 16) : ek, welches ich beweisen wollte.

52. Jetzt wollen wir eine Vergleichung der Ecke f, welche durch die drei ebenen Winkel pfd, pfq, dfq gebildet wird, mit der Ecke a der Kerngestalt anstellen. Ich habe eben bewiesen, daſs die Flächen dpf und pfq sich gegen einander unter demselben Neigungswinkel neigen, wie die Flächen $bafd$ und $gafq$. Ferner sind die Winkel pfd und pfq, so wie auch die Winkel baf und gaf einander gleich. Endlich ist auch noch der Winkel $dfq = bag$. Die beiden Ecken sind sich also an allen Seiten gleich, und weil bag eben so groſs ist, wie ein jeder von den andern beiden Winkeln baf und gaf, so folgt daraus, daſs auch dfq so groſs seyn muſs, als jeder von den andern beiden Winkeln pfd und pfq. Es neigen sich daher nicht allein die an der Kante pf liegenden Flächen des sekundären Krystalls unter einem eben so groſsen Winkel, als die ihnen korrespondirenden Flächen der Kerngestalt; sondern der stumpfe ebene Winkel der Flächen des sekundären Krystalls ist überdies dem der Flächen der Kerngestalt vollkommen gleich.

Das eben angeführte Resultat giebt uns ein sehr einfaches Mittel ab, um die Neigung von irgend einer

Fläche dpf des Dodecaëders gegen die anliegende unterhalb der Kante df zu bestimmen. Denn diese Neigung ist so grofs, als die der Fläche dpf gegen $dfqs$, wozu noch der Ueberschufs zwischen dieser letzten Neigung, und der der Flächen $bafd$ gegen $dfqs$ hinzukommt. Aus dem Angeführten erhellet aber, dafs der Neigungswinkel der Fläche dpf gegen $dfqs = 104° 28' 40''$, und der von $bafd$ gegen $dfqs$ das Supplement des vorigen, oder $= 75° 31' 20''$ ist. Die Differenz ist also $28° 57' 20''$. Addirt man diese Differenz zu $104° 28' 40''$, so erhält man $133° 26'$ als die Gröfse des gesuchten Neigungswinkels.

53. Es sey $bafd$ (Fig. 18) derselbe Rhombus, als der in der Fig. 16. Man ziehe die Linie by, welche af in zwei gleiche Theile theilt. Ich behaupte, dafs das Dreieck bay irgend einem dpf von den Dreiecken des sekundären Dodecaëders (Fig. 16) ähnlich ist, und zwar so, dafs die Seitenlinien des letzteren doppelt so grofs sind, als die des ersteren.

Nun müssen wir die Werthe der drei Seitenlinien des Dreiecks dpf bestimmen, und da haben wir

1) $df = \sqrt{g^2 + p^2} = \sqrt{5}$.

2) dp, welche mit der Linie dp in der Fig. 15 übereinstimmt, ist $= \sqrt{\left(\frac{2n+1}{3n-3}\right) a^2 + \frac{4}{3} g^2}$

$= \sqrt{\frac{25}{9} 9 + 4} = \sqrt{29}$. (Man sehe 46. 2)).

3) pg (Fig. 15) $= pg$ oder pf (Fig. 16) $=$

$$\sqrt{\left(\frac{n+2}{3n-3}\right)^2 a^2 + \tfrac{4}{3}g^2} = \sqrt{\frac{16}{9}9+4} = \sqrt{20}.$$

(Man sehe 46. 2)).

Eben so wollen wir auch die Werthe der drei Seiten des Dreiecks bay (Fig. 18) bestimmen.

1) $ay = \frac{1}{2}af = \frac{1}{2}\sqrt{5} = \frac{1}{2}df$ (Fig. 16).

2) Wenn man ym senkrecht auf bf (Fig. 18) gezogen hat, so erhält man $by = \sqrt{(bm)^2 + (my)^2}$

$$= \sqrt{(\tfrac{3}{4}bf)^2 + (\tfrac{1}{2}ac)^2} = \sqrt{\frac{9}{16}\cdot 12 + \frac{1}{4}\cdot 2}$$

$= \frac{1}{2}\sqrt{29} = \frac{1}{2}dp$ (Fig. 16).

3) ab (Fig. 18) $= \sqrt{5} = \frac{1}{2}\sqrt{20} = \frac{1}{2}pf$ (Fig. 16). Also, u. s. f.

Es ist auch einleuchtend, daſs die mittlere Seitenlinie pf des Dreiecks dpf doppelt so groſs ist, als die kleine Seitenlinie. Alle diese Resultate finden bei der Varietät des kohlengesäuerten Kalkes, die ich winkelübertragene (*métastatique*) nenne, weil die Krystallisation die Winkel der Kerngestalt auf sie übertragen zu haben scheint, ihre Anwendung.

54. Eben diese Varietät bietet uns auch eine Aufgabe dar, wovon ich in der Folge eine andere Auflösung mittheilen werde. Sie besteht darin, nach gewissen Datis das Verhältniſs zwischen den beiden halben Diagonalen g und p des Kerns zu bestimmen, wodurch es in der Folge möglich wird, sowohl die Winkel der Kerngestalt, als auch der sekundären Krystalle mit einer sehr groſsen Genauigkeit zu bestimmen.

Als gegeben wollen wir die schon beobachtete Gleichheit der Winkel *pfd* und *dfq* (Fig. 16) und das Gesetz der Decreszenz von zwei Reihen, wodurch der winkelübertragene Krystall entsteht, ansehen, oder wenn man es lieber will, die Gleichheit zwischen dem Theile der Axe dieses Krystalls, der sich auf beiden Seiten desselben erstreckt, und der Axe der Kerngestalt selbst. Aus diesen beiden gegebenen Stücken soll man also das Verhältniſs zwischen g und p finden.

Um dies zu bewirken, bemerke ich noch, daſs, da der Winkel *pfd* eben so groſs ist wie *dfq*, oder welches einerlei ist, wie der Winkel *baf*; auch die Winkel *dfk* und *dfa*, als die Supplementwinkel der vorigen, einander gleich seyn müssen. Weil also $df = af$ ist, so muſs der Sinus *dk* des Winkels *dfk* dem Sinus *am* (Fig. 9) des Winkels *dfa* (Fig. 16) gleich seyn.

Aber $am = \sqrt{\dfrac{4g^2 p^2}{g^2 + p^2}}$.

Jetzt müssen wir noch *dk* finden, um den Werth dafür in eine Gleichung mit dem Werthe von *am* zu bringen.

Das Dreieck *dek* ist bei *e* rechtwinkelig. Denn da die Ebene *dfs* senkrecht auf der Ebene *afs* steht, so ist sie es auch auf der Ebene *pfs*, welche mit *afs* zusammenfällt. Weil nun *de* zugleich in der Ebene *dfs* liegt, und auf der gemeinschaftlichen Durchschnittslinie *fs* dieser Ebene mit der Ebene *fps* senkrecht steht, so muſs *de* auch auf dieser letzten Ebene senkrecht seyn. Weil nun *ke* in der verlängerten Ebene

pfs liegt, und durch das Ende der Linie *de* geht, so muſs *ke* auch auf *de* senkrecht stehen. Das Dreieck *dek* ist also ein rechtwinkeliges Dreieck.

Es ist also $dk = \sqrt{(de)^2 + (ek)^2}$.

Aber $de = g$. $ek = \frac{n}{n-1} \sqrt{\frac{\frac{1}{3}a^2 g^2}{\left(\frac{n+2}{3n-3}\right)^2 a^2 + \frac{4}{3}g^2}}$.

(Man sehe 46. 2)). Und weil ferner $n = 2$ ist, so wird

$$ek = 2\sqrt{\frac{\frac{1}{3}a^2 g^2}{(\frac{4}{3})^2 a^2 + \frac{4}{3}g^2}} = \sqrt{\frac{3a^2 g^2}{4a^2 + 3g^2}}.$$

Es ist also

$$dk = \sqrt{g^2 + \frac{3a^2\ g^2}{4a^2 + 3g^2}} = \sqrt{\frac{7a^2 g^2 + 3g^4}{4a^2 + 3g^2}}.$$

Wenn man nun die Werthe der Quadrate von *dk* und *am* gleich setzt, so daſs also

$$\frac{7a^2 g^2 + 3g^4}{4a^2 + 3g^2} = \frac{4g^2 p^2}{g^2 + p^2} \text{ ist,}$$

und für a^2 seinen Werth $9p^2 - 3g^2$ substituirt, so hat man

$$\frac{7g^2(9p^2 - 3g^2) + 3g^4}{4(9p^2 - 3g^2) + 3g^2} = \frac{4g^2\ p^2}{g^2 + p^2}.$$

Hieraus folgt $\frac{7g^2 p^2 - 2g^4}{4p^2 - g^2} = \frac{4g^2\ p^2}{g^2 + p^2}$.

Wenn man nun die beiden Nenner fortschafft, hernach reducirt und transponirt, so erhält man

$$g^4 - \frac{9}{2}p^2 g^2 = -\frac{9}{2}p^4.$$

Diese Gleichung giebt für g^2 zwei Werthe, nämlich

$g^2 = \frac{3}{2}p^2$ und $g^2 = 3p^2$.

Im ersten Falle hat man

$$g : p = \sqrt{3} : \sqrt{2}$$

und dies ist das gesuchte Verhältnifs zwischen den beiden halben Diagonalen des primitiven Rhombus.

Im zweiten Falle aber hat man

$$g : p = \sqrt{3} : 1$$

und dies mufs bei der Voraussetzung statt finden, nach welcher der Kern und der sekundäre Krystall in einer und derselben Fläche, nämlich in einem regelmäfsigen Sechsecke, zusammenfallen müfsten.

55. Wir kennen eine andere Varietät des kohlengesäuerten Kalkes, welche ich ascendirend (*ascendante*) genannt habe, weil die verschiedenen Decreszenzgesetze, die dabei statt finden, von unten nach oben herauf gehen. Von den Flächen, die sich an den Enden dieses Krystalles befinden, entstehen zwölf durch eine Decreszenz auf den unteren Seitenkanten; wenn man sich diese nun so weit verlängert vorstellt, bis sie sich schneiden, so würde dadurch ein Dodecaëder zum Vorschein kommen, das ebenfalls zur winkelübertragenen (*métastatique*) Varietät gehörte.

Wir wollen einmal annehmen, dafs die Dreiecke *bpd*, *dpf*, *fpq* drei von den oberen Flächen des zu untersuchenden Dodecaëders vorstellen. Wenn man den Neigungswinkel der Ebene *dpf* gegen *qpf* mifst, so findet man, dafs er beinahe 101° beträgt, welches mich auf die Vermuthung führt, dafs er eben so grofs ist, als der grofse Winkel des primitiven Rhombus, nämlich 101° 32′ 13″. Wir wollen also annehmen,

als wenn diese Gleichheit ganz vollkommen statt fände, und von dieser gegebenen Thatsache zur Bestimmung des Gesetzes der Decreszenz oder des Werthes von n übergehen.

Der Annahme zufolge haben wir

$$de : ek = g : p = \sqrt{3} : \sqrt{2}.$$

Wir haben aber vorhin (46. 1)) schon gefunden, daſs

$$de : ek = \sqrt{\left(\frac{n+2}{3n-3}\right)^2 a^2 + \tfrac{4}{3}g^2} : \sqrt{\left(\frac{n}{n-1}\right)^2 \tfrac{1}{3}a^2} \text{ ist.}$$

Wenn man an der Stelle von a^2 seinen Werth 9 und an der Stelle von g^2 den Werth 3 setzt, so hat man

$$de : ek = \sqrt{\left(\frac{n+2}{3n-3}\right)^2 9 + 4} : \sqrt{\left(\frac{n}{n-1}\right)^2 3}$$
$$= \sqrt{3} : \sqrt{2}.$$

Wenn man das Produkt der beiden äuſseren und der beiden mittleren Glieder nimmt, und die Wurzelzeichen fortschafft, so erhält man

$$\left(\frac{n+2}{3n-3}\right)^2 18 + 8 = \left(\frac{n}{n-1}\right)^2 9.$$

Oder $$\frac{(n+2)^2\, 18 + (3n-3)^2\, 8}{(3n-3)^2} = \left(\frac{n}{n-1}\right) 9.$$

Oder $$\frac{(n+2)^2\, 18 + (3n-3)^2\, 8}{(3)^2} = 9n^2.$$

Wenn man den Nenner $(3)^2$ fortschafft, die Gröſsen $(n+2)^2$ und $(3n-3)^2$ gehörig entwickelt, und alles durch g theilt, so wird

$$(n^2 + 4n + 4)\,2 + (n^2 - 2n + 1)\,8 = 9n^2.$$

Hieraus folgt $n^2 - 8n + 16 = 0$. Also $n - 4 = 0$, und folglich $n = 4$. Die Decreszenz findet also mit vier Reihen statt.

Den

Den Neigungswinkel der Fläche dpf gegen dpb findet man, wenn man in den Formeln (46. 2), welche das Verhältniſs zwischen fc und cz ausdrücken, an die Stelle von g, a, n ihre Werthe substituirt. So hätten wir also

$$fc:cz = \sqrt{\left(\frac{2n+1}{3n-3}\right)^2 a^2 + \tfrac{4}{3}g^2} : \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right) \tfrac{1}{3}a^2}$$

$= \sqrt{39} : \sqrt{3}$, welches den gesuchten Neigungswinkel $= 161° \; 48' \; 18''$ giebt.

56. Eine andere Eigenschaft des Dodecaëders, mit dem wir uns jetzt beschäftigen, und welches wir uns immer ganz vollkommen vorstellen müssen, besteht darin, daſs der groſse Winkel dfp seiner Flächen ein rechter Winkel ist.

Um dies zu beweisen, müssen wir die Werthe der drei Seitenlinien df, pf und dp bestimmen.

1) $df = \sqrt{g^2 + p^2} = \sqrt{5}$.

2) dp (Fig. 15) $= \sqrt{\left(\frac{2n+1}{3n-3}\right)^2 a^2 + \tfrac{4}{3}g^2}$

$= \sqrt{\frac{81}{81} \cdot 9 + 4} = \sqrt{13}$. (Man sehe 46. 2)).

3) pf (Fig. 16) oder die damit gleiche Linie pg (Fig. 15) ist $= \sqrt{\left(\frac{n+2}{3n-3}\right) a^2 + \tfrac{4}{3}g^2}$

$= \sqrt{\frac{36}{81} \cdot 9 + 4} = \sqrt{8}$. (Man sehe 46. 1)).

Es ist also (Fig. 16) $(dp)^2 = (pf)^2 + (df)^2$. Das Dreieck dfp hat also an f einen rechten Winkel.

4. Decreszenzen auf den Seitenkanten.

57. Die sekundären Gestalten, welche durch diese Art der Decreszenz entstehen, sind im Allgemeinen Dodecaëder, bei welchen drei, an jedem Ende mit einander in Verbindung stehende Kanten mit den schiefen Diagonalen, die ihnen beim Kern korrespondiren, parallel laufen. Dies ist eine ganz nothwendige Folge, weil die Decreszenzen durch die Subtraktion solcher Reihen geschehen, die mit eben diesen Diogonalen parallel laufen.

58. Es sey *ti* (Fig. 19) eins von diesen Dodecaëdern, *to* eine von den mit den Diagonalen des Kerns parallel laufenden Kanten. *b* sey der Punkt der Kante *tk*, woselbst sie mit der Seitenecke des Kerns zusammenstöſst, oder von welchem aus die Decreszenzen vor sich gehen. *bc* sey die halbe horizontale Diagonale des Rhombus, auf welcher dieselben Decreszenzen statt finden. Man setze *be* senkrecht auf *to*, und ziehe zwischen den Punkten *c* und *e* die gerade Linie *ce*. Es sey ferner *bnm* das Messungsdreieck; g' bedeute die halbe horizontale Diagonale des Moleküls. In diesem Falle ist $bn = 2ng'$. Die Linie *nm* fällt mit der korrespondirenden Seitenfläche des ersten aufgeschichteten Blättchens zusammen, und dient ferner als ein Maaſsstab für die Höhe dieser Fläche. *as* (Fig. 20) sey die Kerngestalt, welche abgesondert für sich, und in einer analogen Lage, wie sie sich im Innern des Dodecaëders befindet, dargestellt ist. Wenn man nur etwas aufmerksam ist, so wird man es schon einse-

hen, dafs die Seitenfläche, von der wir reden, mit dem Hauptschnitte, der durch die Punkte a, d, s, g geht, parallel laufen mufs, weil sie mit einer Reihe von Molekülskanten zusammenhängt. Weil nun die Linie nm (Fig. 19) ein Maafsstab für die Höhe dieser Seitenfläche ist, so wird sie auch eben so hoch seyn, wie ein Molekül oder wie die Linie ak (Fig. 10), wenn man voraussetzt, dafs $adsg$ den Hauptschnitt des Moleküls vorstellt. Wir werden also schliefsen müssen, dafs

$$nm \text{ (Fig. 19)} = \sqrt{\frac{3g'^2p'^2 - g'^4}{p'^2}}. \text{ (m. s. 31. 2)).}$$

Es ist also

$$bn : nm = 2gn : \sqrt{\frac{3g^2p^2 - g^4}{p^2}} = 2n : \sqrt{\frac{3p^2 - g^2}{p^2}},$$

wenn man nämlich g für g' und p für p' substituirt, weil die Dimensionen des Moleküls denen der Kerngestalt proportional sind.

59. Nun wollen wir die Neigungen der Flächen des Dodecaëders gegen einander bestimmen, und bei der Neigung der Fläche pto (Fig. 19) gegen kto anfangen.

Man sieht leicht ein, dafs der Winkel bec der halbe Neigungswinkel für diese Fläche seyn mufs, und weil der Winkel bce ein rechter Winkel ist, so sind sich die Dreiecke bnm und bce einander ähnlich.

Es ist also $bc : ce = bn : nm = 2gn : \sqrt{\frac{3g^2p^2 - g^4}{p^2}}$

$$= 2n : \sqrt{\frac{3p^2 - g^2}{p^2}}.$$

Ehe wir den andern Neigungswinkel für die Flächen *otk* und *rtk* suchen, wollen wir erst den Theil der Axe des Dodecaëders bestimmen, welcher über die Axe der Kerngestalt an jeder Seite hervorragt.

Es sey *adsg* (Fig. 21) der Hauptschnitt der Kerngestalt, *to* eine Kante des sekundären Krystalls, die mit der Diagonale *ad* parallel läuft, und *io* die untere, mit der vorigen zusammenhängende Kante. Vom Punkte *a* und von der Mitte *c* der Linie *ad* lasse man die beiden auf *to* senkrechten Linien *ax* und *ce* herab.

In den ähnlichen Dreiecken *axt* und *aks* hat man $ak : as = ax\ (= ce) : at$.

Aber $ak = \sqrt{\frac{3g^2p^2 - g^4}{p^2}}$ und $as\ \sqrt{9p^2 - 3g^2}$.

Weil *ce* eben dieselbe Linie wie in der Fig. 19 ist, so hat man folgende Proportion

$$bc = g : ce = 2gn : \sqrt{\frac{3g^2p^2 - g^4}{p^2}}.$$

Es ist also $ce = \frac{1}{2n}\sqrt{\frac{3g^2p^2 - g^4}{p^2}}$.

Die Proportion wird also so stehen

$$\sqrt{\frac{3g^2p^2 - g^4}{p^2}} : \sqrt{9p^2 - 3g^2} = \frac{1}{2n}\sqrt{\frac{3g^2p^2 - g^4}{p^2}} : at$$

$$= \frac{1}{2n}\sqrt{9p^2 - 3g^2}.$$

Wir wollen einmal eine Ebene *oyr* (Fig. 19) annehmen, worauf die Axe senkrecht steht. *oty*, *rty* (Fig. 22) sind die Theile der Dreiecke *otk* und *rtk* (Fig. 19), welche von dieser Ebene abgeschnitten wer-

den. tn sey ferner der korrespondirende Theil der Axe, den wir hier $= tn$ (Fig. 21) annehmen. Wenn man nun on, rn und yn (Fig. 22) gezogen hat, so bekommt man $yn = gn$ (Fig. 21) und on oder rn (Fig. 22) $= nl$ (Fig. 21), oder auch gleich dem verlängerten Theile der Linie gn, bis diese to schneidet.

Man ziehe oz (Fig. 22) senkrecht auf ty, op senkrecht auf ny, und zwischen den Punkten p und z die gerade Linie pz. Der Winkel ozp wird der halbe Neigungswinkel der Fläche otk (Fig. 19.) gegen rtk seyn. Wir wollen jetzt den Sinus op (Fig. 22) und den Cosinus pz des Winkels ozp suchen.

1) Für op. Weil der Winkel $onp = 60°$ und der Winkel opn ein rechter Winkel ist, so ist $op = on \sqrt{\tfrac{3}{4}}$. Wir wollen on, oder welches einerlei ist, nl (Fig. 21) suchen. In den ähnlichen Dreiecken adr und tln ist

$ar : dr = tn : nl = at + an : nl.$ Oder

$$\tfrac{2}{3}\sqrt{a^2} : \sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} = \left(\frac{1}{2n} + \frac{1}{3}\right)\sqrt{a^2} : nl$$

$$= \frac{2n+3}{2n}\sqrt{\tfrac{1}{3}g^2} = on.$$

Es ist also $op = \dfrac{2n+3}{2n}\sqrt{\tfrac{1}{3}g^2} \times \sqrt{\tfrac{3}{4}} = \dfrac{2n+3}{4n}\sqrt{g^2}.$

2) Für pz. In den ähnlichen Dreiecken tny und pzy (Fig. 22) verhält sich

$$ty : tn = py : pz.$$

Aber $tn = \left(\dfrac{1}{2n} + \dfrac{1}{3}\right)\sqrt{a^2} = \dfrac{2n+3}{6n}\sqrt{a^2}.$

$$ty = \sqrt{tn^2 + yn^2} = \sqrt{\left(\frac{2n+3}{6n}\right)^2 a^2 + \tfrac{4}{3}g^2}.$$

$$py = yn - pn = yn - \tfrac{1}{2} on = \sqrt{\tfrac{4}{3} g^2} - \frac{2n+3}{4n} \sqrt{\tfrac{1}{3} g^2}$$

$$= \left(2 - \left(\frac{2n+3}{4n}\right)\right) \sqrt{\tfrac{1}{3} g^2} = \frac{6n-3}{4n} \sqrt{\tfrac{1}{3} g^2}.$$

Die Proportion $ty : tn = py : pz$ wird also so stehen

$$\sqrt{\left(\frac{2n+3}{6n}\right)^2 a^2 + \tfrac{4}{3} g^2} : \frac{2n+3}{6n} \sqrt{a^2}$$

$$= \frac{6n-3}{4n} \sqrt{\tfrac{1}{3} g^2} : pz = \frac{\frac{(2n+3)(6n-3)}{4n.\ 6n} \sqrt{\tfrac{1}{3} a^2 g^2}}{\sqrt{\left(\frac{2n+3}{6n}\right)^2 a^2 + \tfrac{4}{3} g^2}}.$$

Bei der Vergleichung von op mit pz findet man

$$op : pz = \sqrt{\left(\frac{2n+3}{6n}\right)^2 a^2 + \tfrac{4}{3} g^2} : \frac{2n-1}{2n} \sqrt{\tfrac{1}{3} a^2}.$$

Es sey $g = \sqrt{7}$, und $p = \sqrt{3}$, wie beim Turmalin. Wir wollen ferner $n = 1$ annehmen, welches anzeigt, daſs die Decreszenz durch zwei Reihen geschieht. Auf diese Weise erhalten wir auf der einen Seite bc (Fig. 19) : $ce = \sqrt{6} : 1$. Dies giebt für den Neigungswinkel von pto gegen kto den Werth $= 135°\ 35'\ 4''$.

Auf der anderen Seite aber erhalten wir die Proportion op (Fig. 22) : $pz = \sqrt{27} : 1$. Hieraus folgt, daſs der Neigungswinkel der Fläche otk (Fig. 19) gegen $rtk = 158°\ 12'\ 48''$ seyn muſs.

Dies Resultat findet vermöge der sechs Flächen statt, wodurch das eine von den Enden des prosenneaëdrischen Turmalins gebildet wird.

60. Bei einer Verschiedenheit des Gesetzes der Decreszenz behalten die drei Längenkanten to, tr u. s. f.

(Fig. 19), welche sich an jedem Ende mit einander verbinden, dieselbe Neigung gegen die Axe bei, weil sie beständig mit den schiefen Diagonalen der Kerngestalt parallel bleiben; die drei intermediären Kanten bilden mit der Axe aber mehr oder weniger stumpfe Winkel, je nachdem sie sich erhöhen, oder eine niedrigere Lage erhalten. Es mufs daher ein Zeitpunkt eintreten, wo die sechs Kanten bei einer gleichen Neigung gegen die Axe auch gleich lang werden, so dafs der Krystall das Ansehen eines Dodecaëders erhält, das aus zwei geraden Pyramiden, deren Grundflächen mit einander verbunden sind, zusammengesetzt ist. Wir wollen suchen, ob dies Resultat durch ein regelmäfsiges Gesetz der Decreszenz hervorgebracht werden kann.

Es ist einleuchtend, dafs in diesem Falle gn (Fig. 21) $= nl$, oder $\sqrt{\frac{4}{3}g^2} = \frac{2n+3}{2n}\sqrt{\frac{1}{3}g^2}$ seyn mufs.

Dies giebt $n = \frac{3}{2}$. Das heifst also, die Decreszenz geschieht durch drei Reihen. Die Krystallisation giebt uns Beispiele einer solchen Decreszenz an den Facetten, welche eine Art von Ring um die Grundflächen des uniternären Korunds bilden, an den Facetten, welche sich je zwei und zwei an den Seiten des binoternären Eisenglanzes befinden u. s. f.

61. Wir wollen einen Fall aufsuchen, wo ein Dodecaëder dadurch in ein Rhomboëder verwandelt wird, dafs sich zwei und zwei Dreiecke auf einer und derselben Fläche befinden. Unter dieser Voraussetzung

verschwindet der Cosinus pz (Fig. 22) des Winkels ozp. Wir wollen also den analytischen Ausdruck für pz (59. 2)) nehmen, und den Nenner sogleich fortschaffen. Alsdann haben wir

$$(2n+3)(6n-3)\sqrt{\tfrac{1}{3}a^2g^2} = 0.$$

Oder ganz kurz $6n - 3 = 0$. Woraus folgt, daſs $n = \frac{1}{2}$ ist. Die Decreszenz findet also durch eine einzige Reihe von Moleküls statt. Mehrere sekundäre Krystalle haben Facetten, welche in diesem Falle einspringen; allein wir kennen auch eine Varietät des kohlengesäuerten Kalkes, welche ein vollkommenes Rhomboëder ohne irgend eine Modifikation darstellt.

62. Zuerst müssen wir nun im Allgemeinen das Verhältniſs zwischen den beiden halben Diagonalen g' und p' des sekundären Rhomboëders suchen.

Auf der einen Seite ist gn (Fig. 21) : tn $= \sqrt{\tfrac{1}{3}g'^2} : \tfrac{1}{3}\sqrt{9p'^2 - 3g'^2} = \sqrt{g'^2} : \sqrt{3p'^2 : 3g'^2}$.

Auf der andern Seite ist $gn : tn = \sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} : \frac{2n+3}{6n}$ $\sqrt{9p^2 - 3g^2} = \tfrac{4}{3}\sqrt{9p^2 - 3g^2}$, weil $n = \frac{1}{2}$ ist.

Es ist also $g'^2 : 3p'^2 - g'^2 = \tfrac{4}{3}g^2 : \tfrac{4}{3}.\ \tfrac{4}{3}(9p^2 - 3g^2)$
$= g^2 : 12p^2 - 4g^2$.

Wenn man die Produkte der beiden äuſseren und der beiden mittleren Glieder nimmt, und hernach reducirt, so erhält man

$$12p^2g'^2 - 3g^2g'^2 = 3g^2p'^2.$$

Hieraus folgt nun

$$g' : p' = \sqrt{3g^2} : \sqrt{12p^2 - 3g^2} = \sqrt{g^2} : \sqrt{4p^2 - g^2}.$$

63. Beim kohlengesäuerten Kalk ist $g = \sqrt{3}$, $p = \sqrt{2}$; also

$$g' : p' = \sqrt{3} : \sqrt{5}.$$

Das heifst, die halbe horizontale Diagonale des sekundären Rhomboëders verhält sich zur schiefen, wie die halbe horizontale Diagonale der Kerngestalt zur Kante eben derselben.

Eine andere Eigenschaft des sekundären Rhomboëders, welche wir hier betrachten müssen, ist die, dafs seine ebenen Winkel den respektiven Neigungswinkeln der Flächen des primitiven Rhomboëders, und umgekehrt, gleich sind. Ferner sind auch die Winkel des Hauptschnittes an beiden Rhomboëdern einander gleich.

Wir wollen die zu diesen drei Arten von Winkeln gehörigen Formeln wieder hersetzen (31).

1) Für den spitzen ebenen Winkel

$$r : cos = g^2 + p^2 : \pm g^2 \mp p^2.$$

2) Für den kleinsten Neigungswinkel der Flächen

$$r : cos = 2p^2 : + g^2 \mp p^2.$$

3) Für den spitzen Winkel des Hauptschnittes

$$sin : cos = \sqrt{3g^2p^2 - g^4} : \pm g^2 \mp p^2.$$

Wenn man nun $g = \sqrt{3}$, $p = \sqrt{2}$, wie beim primitiven Rhomboëder annimmt, und die oberen Zeichen gelten läfst, fo wird das erste Verhältnifs $5 : 1$, das zweite $4 : 1$ das dritte aber $3 : 1$ bedeuten.

Wenn man dagegen $g = \sqrt{3}$, $p = \sqrt{5}$, wie es beim sekundären Rhomboëder der Fall ist, und dann die unteren Zeichen gelten läfst, so wird aus dem er-

sten Verhältnisse 4 : 1, aus dem zweiten 5 : 1 und aus dem dritten 3 : 1. Der dritte Winkel bleibt also derselbe, bei den beiden ersten tritt aber gerade der umgekehrte Fall ein, weshalb ich dieser Varietät auch den Namen: Winkelvertauschter kohlengesäuerter Kalk (*chaux carbonatée inverse*) gegeben habe.

5. Decreszenzen auf der unteren Ecke.

64. Diese Decreszenzen haben einige Analogie mit denen, welche auf der oberen Ecke statt finden, sey es nun, weil dadurch ebenfalls Rhomboëder entstehen, oder weil sie ebenfalls nach der Richtung der Breite und der Höhe geschehen können. Im ersten Falle neigen sich die entstandenen Flächen gegen den oberen Theil der Axe. Im zweiten haben sie eine entgegengesetzte Richtung nach dem unteren Theile. Wir wollen zuerst die Decreszenzen in der Breite untersuchen.

65. Es sey, wie immer, *adsg* (Fig. 23) der Hauptschnitt des Kerns, *pd* die schiefe Diagonale des sekundären Rhomboëders, und *ud* die untere, an dieser Diagonale gränzende Kante. Das Messungsdreieck wird nicht von demjenigen verschieden seyn, welches wir (44) in dem Falle untersuchten, als die Decreszenz auf den beiden unteren Seitenkanten (Fig. 15) statt fand. In diesem Falle verhält sich dh (Fig. 23) : oh $= 2np : \sqrt{g^2 + p^2}$.

Im vorigen Falle war die Anzahl der subtrahirten Diagonalen der Anzahl der subtrahirten Reihen gleich;

in diesem Falle ist aber die erstere noch einmal so grofs, wie die letztere.

Wenn wir bei diesem Kalkul denselben Weg befolgen, so erhalten wir $ap = \frac{1}{n-1}\sqrt{9p^2 - 3g^2}$. (Man sehe 45) und $pr = \frac{2n+1}{3n-3}\sqrt{9p^2 - 3g^2}$. (Man sehe 46. 2)).

66. Nun wollen wir einen allgemeinen Ausdruck für das Verhältnifs zwischen den beiden halben Diagonalen g' und p' des sekundären Rhomboëders suchen.

Es sey tz die halbe Perpendikellinie auf der diesem Rhomboëder zugehörigen Axe. Dann ist

$$tz : pz = dr : pr = \sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} : \frac{2n+1}{3n-3}\sqrt{9p^2 - 3g^2}$$

$$= \sqrt{\tfrac{1}{3}g'^2} : \tfrac{1}{3}\sqrt{9p'^2 : 3g'^2};$$

oder kürzer hat man folgende Proportion

$$4g^2 : \left(\frac{2n+1}{n-1}\right)^2 (3p^2 - g^2) = g'^2 : 3p'^2 - g'^2.$$

Nimmt man die Produkte der beiden äufseren und der beiden mittleren Glieder, schafft den Nenner $(n-1)^2$ fort, und transponirt, so ist

$$(2n+1)^2 3p^2 g'^2 + (n-1)^2 4g^2 g'^2 - (2n+1)^2 g^2 g'^2$$
$$= (n-1)^2\ 12g^2 p'^2.$$

Wenn man die Werthe $(n-1)^2$ und $(2n+1)^2$ gehörig entwickelt und dann reducirt, so ist

$$(2n+1)^2 p^2 g'^2 + (1-4n) g^2 g'^2 = (n-1)^2 4g^2 p'^2.$$

Hieraus folgt

$$g' : p' = \sqrt{(n-1)^2 4g^2} : \sqrt{(2n+1)^2 p^2 + (1-4n) g^2}.$$

67. Es sey $g = \sqrt{3}$, $p = \sqrt{2}$ wie beim kohlengesäuerten Kalk. Wir wollen $n = \frac{3}{2}$ annehmen.

Dieser Annahme zufolge findet man

$$g' : p' = \sqrt{3} : \sqrt{17}.$$

So verhalten sich die halben Diagonalen bei der Varietät, welche ich winkelkontrastirenden kohlengesäuerten Kalk (*chaux carbonatée contrastante*) genannt habe, weil diese Varietät in Rücksicht des gleichaxigen Rhomboëders dieselbe Umkehrung der Winkel zeigt, als das winkelvertauschte Rhomboëder in Rücksicht des primitiven. Ein Umtausch, der eine Art von Kontrast bildet, indem das eine Rhomboëder sehr spitz, das andere sehr stumpf ist.

Wendet man hierbei den oben (man sehe 63) beim winkelvertauschten Rhomboëder angegebenen Kalkul an, und macht nach und nach $g = \sqrt{12}$, und $p = \sqrt{5}$, für das gleichaxige Rhomboëder; für das winkelkontrastirende aber $g = \sqrt{3}$ und $p = \sqrt{17}$, so findet man, dafs im ersten Falle das Verhältnifs zwischen dem Halbmesser und dem Cosinus des kleinen ebenen Winkels $= 17 : 7$ und das Verhältnifs des Halbmessers zum Cosinus des kleinsten Neigungswinkels der Flächen $= 10 : 7$ ist. Das Gegentheil findet aber beim kontrastirenden Rhomboëder statt. Ferner wird man finden, dafs das Verhältnifs zwischen dem Sinus und Cosinus des kleinen Winkels des Hauptschnittes auf beiden Seiten $= 6 : 7$ ist.

68. Wenn man in der Gleichung

$$ap = \frac{1}{n-1}\sqrt{9p^2 - 3g^2} \text{ (man sehe 65.) } n = 1$$

macht, so findet man für die Decreszenzen auf den unteren Seitenkanten $ap = \frac{1}{o}\sqrt{9p^2 - 3g^2}$, doch mit dem Unterschiede, daſs die vertikalen Flächen vermittelst einer Decreszenz durch zwei Reihen entstehen. Dieser Fall findet bei der regelmäſsigen sechsseitigen Säule des kohlengesäuerten Kalkes statt.

69. Jetzt kommen wir zu den Decreszenzen, die sich auf derselben Ecke nach der Richtung der Höhe ereignen. Es sey ou (Fig. 24) eine von den schiefen Diagonalen des sekundären Rhomboëders und op, die damit zusammenstoſsende Kante. Hieraus folgt, daſs die erstere von diesen Linien mit einer Kante ds der Kerngestalt und die zweite mit einer schiefen Diagonale ad korrespondiren muſs. Es sey dhe das Messungsdreieck, so findet darin folgende Proportion statt

$$dh : eh = p : n\sqrt{g^2 + p^2}.$$

Zuerst müssen wir einen Werth für ap suchen. Man verlängere ad bis l, so erhält man die ähnlichen Dreiecke pal, psg, welche folgende Proportion geben

$$gs : as + ap = al : ap.$$

Aber $gs = 2p$ und $as = \sqrt{9p^2 - 3g^2}$.

Es ist also noch al zu suchen übrig. In den ähnlichen Dreiecken gal und dhe hat man

$$eh : dh = ag : al. \text{ Oder}$$

$$n\sqrt{g^2 + p^2} : p = \sqrt{g^2 + p^2} : al = \frac{p}{n}.$$

Die Proportion $gs : as + ap = al : ap$ muſs also in folgende verändert werden

$$2p : \sqrt{9p^2 - 3g^2} + ap = \frac{p}{n} : ap.$$

Hieraus folgt $ap = \frac{1}{2n - 1} \sqrt{9p^2 - 3g^2} = us.$

Daraus können wir also schlieſsen, daſs

$$dr : ur = \sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} : \left(\frac{1}{2n - 1} + \frac{1}{3}\right) \sqrt{9p^2 - 3g^2}$$

$$= \sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} : \left(\frac{2n + 2}{6n - 3}\right) \sqrt{9p^2 - 3g^2}.$$

Jetzt müssen wir das Verhältniſs zwischen den Diagonalen g' und p' des sekundären Rhomboëders suchen.

Die halbe Perpendikellinie auf der Axe dieses Rhomboëders verhält sich zum dritten Theil dieser Axe wie $dr : ur$.

Es ist also $\sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} : \frac{2n + 2}{6n - 3} \sqrt{9p^2 - 3g^2}$

$$= \sqrt{\tfrac{1}{3}g'^2} : \tfrac{1}{3}\sqrt{9p'^2 - 3g'^2}.$$

Wenn man diese Werthe abkürzt, und die Wurzelzeichen fortschafft, so erhält man

$$(2n-1)^2 4g^2 : (2n + 2)^2 (3p^2 - g^2) = g'^2 : 3p'^2 - g'^2.$$

Nimmt man nun das Produkt der beiden äuſseren und der beiden mittleren Glieder, transponirt gehörig und dividirt alles durch 2, so erhält man

$$(n + 1)^2 3p^2 g'^2 + (2n - 1)^2 g^2 g'^2 - (n + 1)^2 g^2 g'^2$$
$$= (2n - 1)^2 3g^2 p'^2.$$

Entwickelt man nun die Werthe $(2n-1)^2$ und $(n+1)^2$, und reducirt hernach alles auf $(n+1)^2$
$$3p^2g'^2 + (3n^2-6n)g^2g'^2 = (2n+1)^2 3g^2p'^2,$$
so erhält man folgende Proportion
$$g' : p' = \sqrt{(2n-1)^2 3g^2} : \sqrt{(n+1)^2 3p^2 (3n^2-6n) g^2}.$$

70. Wir kennen eine Varietät des kohlengesäuerten Kalkes, die sich so sehr der Gestalt eines Würfels nähert, daſs man sie sonst auch unter dem Namen: kubischer Kalkspath (*spath calcaire cubique*) kannte. Die Theorie allein würde aber schon hinreichen können, zu zeigen, daſs diese Gestalt bei der angeführten Gattung unmöglich statt finden kann. Denn sie sey auch auf eine Art entstanden, auf welche sie nur immer wolle, so müssen doch ihre Perpendikellinie auf der Axe und die Axe selbst in einem kommensurablen Verhältnisse, die erstere mit dr und die andere mit as, stehen, und hieraus folgt, daſs die beiden angeführten Linien selbst unter einander im kommensurablen Verhältnisse stehen müssen, denn es ist $dr : as = 2 : 3$. Beim Würfel ist dies aber nicht der Fall, sondern das Verhältniſs ist inkommensurabel, indem $dr : as = \sqrt{2} : 3$ ist. Folglich u. s. f.

Wenn man die Neigungswinkel der Flächen des Rhomboëders, wovon jetzt die Rede ist, mit der gehörigen Genauigkeit untersucht, so findet man, daſs das Rhomboëder ein wenig spitz ist, so daſs die kleinste Neigung der Flächen ungefähr unter 88° geschieht. Ferner bemerkt man, daſs es sich durch Schnitte, die von den Enden anfangen, und mit den wie *op* (Fig.

24) gelegenen Kanten zusammenfallen, theilen läfst, und zwar so, dafs sie mit den an diesen Kanten liegenden Flächen gleiche Winkel bilden, welches schon durch den blofsen Anblick der Figur einleuchtend seyn wird. Dieser Bemerkung zufolge geschieht die Decreszenz dieses Rhomboëders nach der Richtung der Höhe auf der untern Ecke der Kerngestalt.

Jetzt wollen wir untersuchen, wie man es anfangen mufs, um das Gesetz dieser Decreszenz durch die Untersuchung der Ecken zu bestimmen.

Wenn der Krystall ein wenig spitzer als der Würfel ist, so mufs das Verhältnifs $dr : ur$, welches man aus der Grundformel erhält, etwas gröfser seyn, als das Verhältnifs $1 : \sqrt{2}$, welches beim Würfel statt findet; es mufs aber zu gleicher Zeit auch commensurabel seyn. Wenn man aber nach und nach anstatt des Verhältnisses $1 : \sqrt{2}$ die gleichen Verhältnisse $\sqrt{2} : \sqrt{4}$, $\sqrt{3} : \sqrt{6}$, $\sqrt{4} : \sqrt{8}$ nimmt, so darf man bei diesem letzten Ausdrucke die Zahl 8 um eine Einheit erhöhen, und das Verhältnifs $\sqrt{4} : \sqrt{9}$ annehmen, um das commensurable Verhältnifs $2 : 3$ zu erhalten, welches etwas gröfser ist als das erstere. Man mufs also mit diesem Verhältnisse einen Versuch machen, und annehmen, dafs sich $dr : ur = 2 : 3$ verhalte.

Aber $\sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} : \frac{2n+2}{6n-3}\sqrt{9p^2 - 3g^2} = 2 : 3$. (m. s. 69.)

Weil nun $g = \sqrt{3}$ und $p = \sqrt{2}$ ist, so folgt hieraus, dafs $$2 : \left(\frac{2n+2}{6n-3}\right) 3 = 2 : 3 \text{ ist.}$$

Hieraus

Hieraus läſst sich n leicht berechnen, denn $6n - 3 = 2n + 2$, folglich $n = \frac{5}{4}$.

Weil nun n die Anzahl der nach der Richtung der Höhe subtrahirten Reihen ausdrückt, so geschieht die Decreszenz durch vier Reihen nach der Richtung der Breite und durch fünf nach der Richtung der Höhe.

Nach eben dieser Annahme können wir auch das Verhältniſs zwischen den halben Diagonalen g' und p' finden. Wir fanden oben folgende Proportion

$$g' : p' = \sqrt{(2n-1)^2\, 3g^2} : \sqrt{(n+1)^2 3p^2 + (3n^2 - 6n)g^2}.$$

(Man sehe 69). Macht man nun $n = \frac{5}{4}$, $g = \sqrt{3}$ und $p = \sqrt{2}$, so erhält man die Proportion

$$g' : p' = \sqrt{\frac{9}{4} \cdot 3 \cdot 3} : \sqrt{\frac{81}{16} \cdot 3 \cdot 2 - \frac{45}{16} \cdot 3}$$

$$= \sqrt{12} : \sqrt{13}.$$

Vermöge dieser Voraussetzung findet man, daſs die kleinste Neigung der Flächen gegen einander unter einem Winkel von 87° 47′ 45″ geschieht, welches auch mit der Beobachtung übereinstimmt.

71. Zuweilen verfährt man kürzer, wenn man nach und nach verschiedene Werthe für n annimmt, bis man endlich einen findet, der die Gröſsen der Winkel mit der Beobachtung übereinstimmend angiebt. In solchen Fällen aber, wo diese Gröſsen ein sehr einfaches Verhältniſs zwischen den Linien, die als gegeben angesehen werden, darbieten, wovon wir gleich ein Beispiel sehen werden, macht es schon diese Ein-

fachheit allein äufserst wahrscheinlich, dafs das Gesetz, welches von diesem Verhältnisse abhängt, das wahre sey, und man mufs sich um so mehr freuen, von diesem Verhältnisse ausgegangen zu seyn, weil man dadurch den verschiedenen Proben und Versuchen entgehen kann, die man zur Bestimmung des gemischten Gesetzes, wodurch der kuboïdische Krystall entstanden ist, hätte anstellen müssen.

72. Wir wollen einmal die Untersuchungen anstellen, ob es unter allen möglichen sekundären Rhomboëdern eins geben kann, welches der Kerngestalt völlig ähnlich ist. In diesem Falle ist $g' : p' = g : p$. Wenn man das zweite Verhältnifs dem ersteren in der oben (man sehe 69) gefundenen Proportion substituirt, so erhält man folgende Proportion

$$g : p = \sqrt{(2n-1)^2 3g^2} : \sqrt{(n+1)^2 3p^2 + (3n^2 - 6n) g^2}.$$

Bringt man hieraus die Wurzelzeichen fort, und entwickelt die Werthe $(2n-1)^2$ und $(n+1)^2$ gehörig, so bekommt man

$$3n^2p^2 + 6np^2 + 3p^2 + 3n^2g^2 - 6ng^2$$
$$= 12n^2p^2 - 12np^2 + 3p^2.$$

Reducirt man dies alles auf die einfache Formel $n^2(3p^2 - g^2) = n(6p^2 - 2g^2)$, so erhält man $n = 2$.

Das heifst also, dafs das Resultat unter den Umständen möglich ist, wenn die Decreszenz durch zwei Reihen nach der Richtung der Höhe geschieht. In der Krystallisationslehre haben wir hiervon Beispiele am polysinthetischen (*surcomposée*) Turmalin und am imitativen Eisenglanz, welche sich auf einen Theil der Flächen, wodurch der Krystall begränzt wird, beziehen.

73. Wenn man (64 und 69) die Verhältnisse $dr : pr$ (Fig. 23), oder $\sqrt{\frac{4}{3} g^2} : \frac{2n+1}{3n-3} \sqrt{9p^2 - 3g^2}$ und $dr : ur$ (Fig. 24) oder $\sqrt{\frac{4}{3} g^2} : \frac{2n+2}{6n-3} \sqrt{9p^2 - 3g^2}$, Verhältnisse, von denen das erstere die Decreszenzen nach der Richtung der Breite und das zweite die nach der Richtung der Höhe bezeichnet, mit einander vergleicht, so findet man, daſs sie nur in der Gröſse des Coefficienten, welcher im zweiten Gliede mit dem Ausdruck, der die Axe bezeichnet, multiplizirt ist, und in dem einen Verhältnisse durch $\frac{2n+1}{3n-3}$, im andern $\frac{2n+2}{6n-3}$ angedeutet ist, von einander verschieden sind. Wenn man in dem letzteren Gliede die Zahl n' anstatt der Zahl n, um sie von dem n des ersteren Gliedes zu unterscheiden, und nun $\frac{2n+1}{3n-3} = \frac{2n'+2}{6n'-3}$ setzt: so folgt aus dieser Gleichung, daſs $n = \frac{4n'+1}{4-2n'}$ und $n' = \frac{4n-1}{2n+4}$ ist. Weil nun aber die Werthe für n und n' rationale Zahlen sind, so folgt daraus, daſs dieselbe Gestalt des Rhomboëders, welche, zufolge eines Gesetzes der Decreszenz, nach der Richtung der Breite möglich ist, es auch durch eine andere nach der Richtung der Höhe seyn kann, und umgekehrt. Durch Hülfe der vorhin angeführten Formeln kann man immer von dem einen Werthe zum andern übergehen.

74. Es entsteht z. B. die Frage, wie die Decres-

zenz nach der Richtung der Breite beschaffen seyn muſs, wenn ein dem kuboidischen ähnliches sekundäres Rhomboëder entstehen soll. Um diese Frage aufzulösen, nimmt man die Formel $n = \frac{4n' + 1}{4 - 2n'}$, worin man $n' = \frac{5}{4}$ macht, woraus $n = 4$ folgt. Das gesuchte Gesetz würde also durch acht Reihen nach der Richtung der Breite bestimmt werden.

Diese zweifach auflösbaren Aufgaben sind in der Krystallisationstheorie gar nicht selten. Ich kenne aber bis jetzt bloſs die regelmäſsige sechsseitige Säule, welche in einem und eben demselben Fossile nach zwei verschiedenen Decreszenzgesetzen befindlich ist.

Von den Decreszenzen, in sofern sie zum Rhomboëder gehören.

75. Die Decreszenzen, welche unter dem Namen der intermediären bekannt sind, hängen von zwei veränderlichen Gröſsen ab, die mit in den Kalkul gebracht werden müssen. Die eine ist das Verhältniſs zwischen der Anzahl der Molekülskanten, welche auf beiden Seiten der Ecke, wonach die Decreszenz statt findet, subtrahirt sind. Die andere ist die Anzahl der subtrahirten Reihen oder die Entfernung eben dieser Ecke von der Kante des ersten aufgeschichteten Blättchens. Der Bruch $\frac{x}{y}$ soll das Verhältniſs, von dem ich rede, ausdrücken, und n soll noch fernerhin die Anzahl der subtrahirten Reihen bezeichnen.

In dem Maaſse, wie y im Verhältnisse zu x klei-

ner wird, neigt sich die Kante eines jeden aufgeschichteten Blättchens immer mehr nach der Kante, bei welcher auch x im Spiel ist, bis sie endlich, wenn y gänzlich verschwindet, mit der letzten Kante vollkommen zusammenfällt. In dem Maafse, wie aber auf der andern Seite y im Verhältnisse zu x gröfser wird, wird auch die Kante eines jeden decreszirenden Blättchens immer mehr und mehr mit der Diagonale parallel, welche der Ecke entgegengesetzt ist, wogegen die Decreszenz statt findet, und wenn y endlich gleich x wird, so entsteht eine gewöhnliche Decreszenz auf den Ecken.

Hieraus folgt, dafs diese letzte Art der Decreszenz nichts anders ist, als die äufserste Grenze der intermediären decreszirenden Reihen, so dafs man also bei den allgemeinen Formeln, wodurch diese Decreszenzen ausgedrückt werden sollen, und welche den Gegenstand der Untersuchung in diesem Abschnitte ausmachen, nur blofs $y = x$ setzen darf, wenn man Resultate erhalten will, die sich auf die eigentlich sogenannten Decreszenzen auf den Ecken beziehen sollen. Ich habe aber auch noch ganz eigenthümliche Formeln für die Decreszenzen der letzteren Art aufgestellt, die bei der Krystallisationslehre noch viel häufiger ihre Anwendung finden, denn weil man in jedem Augenblicke auf den Gebrauch derselben zurückkommt, so ist es besser, sie ganz vollständig zu haben, anstatt sie dadurch zu vereinfachen, dafs man x und y verschwinden läfst.

Ich werde mich blofs auf den Kalkul der mittleren Decreszenzen, welche gegen die Seitenecken und

gegen die obere Ecke des Rhomboëders statt finden, einschränken, weil die dabei erhaltenen Formeln einzig und allein ihre Anwendung auf die bekannten Resultate der Krystallisationslehre finden.

76. Zuerst will ich die Wirkungen einer mittleren Decreszenz gegen die Seitenecken b, u (Fig. 25) irgend eines Rhomboëders, dessen eine obere Fläche $abdu$ vorstellt, untersuchen. Ich nehme an, daſs $\gamma\lambda$ die Kante des ersten aufgeschichteten Blättchens ist, so daſs $b\gamma$ und $b\lambda$ eine gewisse Anzahl von Molekülskanten bedeuten, doch mit der Bedingung, daſs $b\lambda$ oder x beständig gröſser ist, als $b\gamma$ oder y.

In diesem Falle wird der sekundäre Krystall im Allgemeinen ein Dodecaëder HX (Fig. 26 XI. Taf.) mit dreiseitigen Flächen seyn. Es sey $agsd$ (Fig. 27) der Hauptschnitt der Kerngestalt, und hx die Axe des sekundären Krystalles. Nun sieht man leicht ein, daſs von zwei an einander stoſsenden Kanten, z. B. hq und qx, die erstere durch die Ecke d geht, dahingegen sich die andere in einer gewissen Entfernung oberhalb der Diagonale ad halten wird. Wir wollen dp mit dieser letzten Kante parallel ziehen; dp wird nun mit der schiefen Diagonale eines Rhomboëders, das durch eine Decreszenz auf der Ecke d entsteht, bei welchem die Entfernung von einem aufgeschichteten Blättchen zum andern, nach der Richtung von da, mit der des hier angeführten Dodecaëders übereinstimmt, einerlei Lage haben. Es sey dkf das Messungsdreieck, welches in der Ebene pdr liegt. kf stellt eine Molekülskante vor. Man darf also nur noch den Werth für dk suchen.

Um hierzu zu gelangen, ziehe man $\lambda\mu$ (Fig. 25) parallel mit da, $\gamma\pi$ auf $\lambda\mu$ senkrecht und $d\varepsilon$ mit $\gamma\lambda$ parallel. Wenn man ferner $\varepsilon\vartheta$ gleich $b\gamma$ gemacht hat, so ziehe man $\vartheta\nu$ parallel mit $d\varepsilon$, und endlich $\nu\varphi$ parallel mit ab. Es ist einleuchtend, dafs $d\varepsilon$ und $\nu\vartheta$ mit den Kanten der beiden folgenden aufgeschichteten Blättchen korrespondiren werden, und dafs folglich $d\nu$ die Entfernung eines Blättchens von dem andern nach der Richtung von da seyn wird, indem man sich beständig nur eine einzige Reihe subtrahirt vorstellt. Auf solche Weise hat man $d\nu \times n = dk$ (Fig. 27). Die ganze Untersuchung beruht also darauf, einen algebraischen Ausdruck für $d\nu$ (Fig. 25) zu finden.

$\lambda\mu$ zeigt aber eben so vielmal die halbe schiefe Diagonale eines Moleküls an, als Molekülskanten in dem Werthe $b\lambda + b\mu = 2x$ enthalten sind. Wenn also p' die halbe schiefe Diagonale des Moleküls bedeutet, so kann man $\lambda\mu$ durch $2p'x$ ausdrücken. Auf der anderen Seite aber ist $\omega\nu = \varepsilon\vartheta = b\gamma = y$. In den ähnlichen Dreiecken $\omega\nu d$ und $\gamma\mu\lambda$ verhält sich aber

$$\gamma\mu : \lambda\mu = \omega\nu : d\nu.$$

Oder $x - y : 2p'x = y : d\nu = \dfrac{2p'xy}{x-y}$.

Es ist also dk (Fig. 27) $= \dfrac{2p'nxy}{x-y}$.

Bezeichnet man nun durch g' die halbe horizontale Diagonale eines Moleküls, so hat man

$$dk : kf = \frac{2p'nxy}{x-y} : \sqrt{g'^2 + p'^2}.$$

Weil aber die Dimensionen des Moleküls mit denen der Kerngestalt proportional sind, so hat man

$$dk : kf = \frac{2pnxy}{x-y} \sqrt{g^2 + p^2}.$$

77. Nun wollen wir uns vornehmen, die respektiven Neigungen der angränzenden Flächen gegen eines und dasselbe Ende des Dodecaëders HX (Fig. 26), bei welchem man die Kante QX mit der Kante *qx* (Fig. 27) als einerlei ansieht, zu bestimmen.

Wir wollen mit der Bestimmung des Neigungswinkels der Fläche CXQ (Fig. 26) gegen NXQ den Anfang machen. Es sey *bu* eine von den horizontalen Diagonalen der Kerngestalt und *bau* die Hälfte des Rhombus, zu dem diese Diagonale gehört. *br* und *uy* sind Durchschnittslinien für denselben Rhombus, die gehörig bis zu den Dreiecken CXQ und NXQ erweitert sind. Verlängert man nun diese Durchschnittslinien so weit, bis sie sich in einem gemeinschaftlichen Punkte *m* schneiden, so wird das Dreieck *bmo* dem Dreieck $\gamma\lambda\pi$ (Fig. 25) ähnlich, weil *bm*, *um* (Fig. 26) oder ihre Theile *br*, *uy* nothwendiger Weise die beiden decreszirenden Kanten eines und ebendesselben aufgeschichteten Blättchens vorstellen.

Man ziehe *bn* auf QX (Fig. 26) senkrecht, und vereinige die Punkte *a* und *n* durch die gerade Linie *on*. Der Winkel *bno* ist der halbe Neigungswinkel der Fläche CXQ gegen NXQ. Man muſs also das Verhältniſs zwischen dem Sinus *bo* und dem Cosinus *on* des Winkels *bno* suchen. Aber $bo = g$. Es ist also noch *on* zu suchen übrig.

Vom Punkte o (Fig. 27), oder von der Mitte der Linie ad, und vom Punkte a ziehe man die Linien on und ab senkrecht auf qx, und verlängere die Linie ga, bis sie dp schneidet. on ist mit der Linie on (Fig. 26) übereinstimmend, für welche wir hier einen algebraischen Ausdruck suchen.

Die Dreiecke mon (Fig. 26) und doz (Fig. 27) sind einander ähnlich, weil om und on (Fig. 26) mit od und oz (Fig. 27) zusammenfallen, und weil dp (Fig. 27), wovon dz ein Theil ist, mit der Linie mX (Fig. 26), auf welcher mn liegt, parallel läuft.

Es ist also

$$om : on \text{ (Fig. 26)} = od : oz \text{ (Fig. 27)} = ad : al.$$

Wir müssen also vorher om, ad und al suchen, um on zu finden. Wir wissen aber, daſs $ad = 2p$, und es bleibt uns daher bloſs om und al zu suchen übrig.

1) Für om. Die Dreiecke $\gamma\pi\lambda$ (Fig. 25) und bom (Fig. 26) sind einander ähnlich, wie ich schon gezeigt habe. Es ist also

$$\gamma\pi : \pi\lambda = bo : om.$$

$\pi\lambda$ bedeutet aber eben so viele halbe Diagonalen p, als Kanten in dem Werthe $b\lambda + b\gamma = x + y$ enthalten sind, und $\gamma\pi$ zeigt eben so viele halbe Diagonalen g an, als Kanten in dem Ausdrucke $\gamma\mu = x - y$ befindlich sind. Es ist folglich

$$\gamma\pi : \pi\lambda = gx - gy : px + py = bo \text{ (Fig. 26)} : om$$
$$= g : om.$$

Hieraus folgt nun $om = \dfrac{px + py}{x - y}$.

2) Für al (Fig. 27). Die Dreiecke alp und drp geben folgende Proportion

$$ap : al = dp : dr.$$

Aber $dr = \sqrt{\frac{4}{3}g^2}$.

Es ist also noch ap und dp zu suchen.

1) Für ap. In den Dreiecken pay und psd hat man $ap : ay = ap + as : ds$. $as = \sqrt{a^2}$. $ds = \sqrt{g^2+p^2}$.

Man suche ay. In den Dreiecken dks und day ist

$$dk : fk = da : ay.$$

Oder $\frac{2pnxy}{x-y} : \sqrt{g^2+p^2} = 2p : ay = \frac{x-y}{nxy}\sqrt{g^2+p^2}$.

Die Proportion $ap : ay = ap + as : ds$ wird also in folgende verändert

$$ap : \frac{x-y}{nxy}\sqrt{g^2+p^2} = ap + \sqrt{a^2} : \sqrt{g^2+p^2}.$$

Hieraus folgt $ap = \left(\frac{x-y}{nxy}\right) ap + \frac{x-y}{nxy}\sqrt{a^2}$.

Und $ap = \frac{x-y}{nxy-x+y}\sqrt{a^2}$.

2) Für dp. Es ist $dp = \sqrt{(pr)^2+(dr)^2}$.

Aber $(dr)^2 = \frac{4}{3}g^2$. Man suche pr.

$$pr = ap + ar2\left(\frac{x-y}{nxy-x+y}+\frac{2}{3}\right)\sqrt{a^2}$$

$$= \frac{2nxy+x-y}{3nxy-3x+3y}\sqrt{a^2}.$$

Folglich $dp = \sqrt{\left(\frac{2nxy+x-y}{3nxy-3x+3y}\right)^2 a^2 + \frac{4}{3}g^2}$.

Aus der Proportion $ap : al = dp : dr$ wird also folgende

$$\frac{x-y}{nxy-x+y}\sqrt{a^2} : al = \sqrt{\left(\frac{2nxy+x-y}{3nxy-3x+3y}\right)^2 a^2 + \tfrac{4}{3}g^2}$$
$$: \sqrt{\tfrac{4}{3}\;{}^2}.$$

Folglich ist $al = \dfrac{\dfrac{x-y}{nxy-x+y}\sqrt{\tfrac{4}{3}a^2g^2}}{\sqrt{\left(\dfrac{2nxy+x-y}{3nxy-3x+3y}\right)^2 a^2+\tfrac{4}{3}g^2}}.$

Geht man nun wieder zur Proportion $om : on = ad : al$ zurück, und substituirt die Werthe, so ist

$$\frac{px+py}{x-y} : on = 2p : \frac{\dfrac{x-y}{nxy-x+y}\sqrt{\tfrac{4}{3}a^2g^2}}{\sqrt{\left(\dfrac{2nxy+x-y}{3nxy-3x+3y}\right)^2 a^2+\tfrac{4}{3}g^2}}.$$

Hieraus folgt nun

$$on = \frac{\dfrac{x+y}{nxy-x+y}\sqrt{\tfrac{1}{3}a^2g^2}}{\sqrt{\left(\dfrac{2nxy+x-y}{3nxy-3x+3y}\right)^2 a^2+\tfrac{4}{3}g^2}}.$$

Es verhält sich also $bo : on = g$: dem eben angeführten Bruche. Wenn man die Nenner dieses Bruches fortschafft, und die beiden Glieder des Verhältnisses hernach durch g dividirt, so erhält man

$$bo : on = \sqrt{\left(\frac{2nxy+x-y}{3(nxy-x+y)}\right)^2 a^2+\tfrac{4}{3}g^2} : \frac{x+y}{nxy-x+y}\sqrt{\tfrac{1}{3}a^2}$$
$$= \sqrt{\tfrac{1}{3}(2nxy+x-y)^2a^2+(nxy-x+y)^2 4g^2} : (x+y)\sqrt{a^2}.$$

78. Strenge genommen, wäre dies Verhältniſs in Verbindung mit dem Gesetze der Decreszenz schon hinreichend, um einen Krystall von der Art, wie der, von welchem eben die Rede ist, zu bestimmen. Ein

Exempel wird die Art und Weise, wie man bei dieser Bestimmung zu Werke gehen muſs, näher auseinander setzen.

Man stelle sich vor, daſs HX (Fig. 26) den trugfügigen (*paradoxale*) kohlengesäuerten Kalk vorstellt, wenn man auf die Facetten, welche die hervorspringende Gestalt bestimmen, Rücksicht nimmt. Bei dem Versuche, den Krystall mechanisch zu zertheilen, bemerke ich noch, daſs jeder Schnitt wie $\varepsilon\xi\zeta$ von einer der kürzesten Kanten seinen Anfang nimmt, und sich so erhebt, daſs der an der Kante QX liegende Winkel $\xi = 45^\circ$ ist.

Dieser Voraussetzung gemäſs zeichne man den Rhombus $ab\xi u$ (Fig. 28), der dem primitiven Rhombus ähnlich ist, und ziehe vom Punkte ξ die Linien $\xi\varepsilon$ und $\xi\zeta$, von denen eine jede mit der Diagonale $a\xi$ einen Winkel von $22^\circ\frac{1}{2}$ bildet. Man begreift sehr leicht, daſs diese beiden Linien die Lage der decreszirenden Seitenkanten eines und desselben aufgeschichteten Blättchens bezeichnen, so daſs $b\varepsilon$ und $b\xi$ sich so gegen einander verhalten, wie die Zahlen der von beiden Seiten der Ecke, gegen welche die Decreszenz geschieht, weggenommenen Molekülskanten. Bei der Vergleichung der beiden Linien findet man, daſs $b\xi$ merklich zweimal so groſs ist wie $b\varepsilon$, und hieraus folgt, daſs in der oben angeführten Formel $x = 2$ und $y = 1$ ist. Weil der Werth von n noch unbekannt ist, so nimmt man davon hypothetisch den einfachsten Werth an, und macht $n = 1$. Ferner ist $a^2 = 9$ und $g^2 = 3$. Wenn man diese Gröſsen in

den Ausdrücken für bo und on substituirt, so erhält man $bo : on = \sqrt{29} : \sqrt{27}$, welches für den Neigungswinkel der Flächen CXQ gegen NXQ den Werth von 92° 3′ 10″ giebt. Weil nun diese Gröſse mit der beobachteten Gröſse übereinstimmt, so folgt daraus, daſs die Decreszenz durch eine Reihe doppelter Moleküls geschehen muſs.

79. Wenn man $x = y$, oder welches einerlei ist, $x = 1$ und $y = 1$ annimmt, so wird das Verhältniſs zwischen dem Sinus und dem Cosinus des halben Neigungswinkels von CXQ folgendes

$$bo : on = \sqrt{\tfrac{4}{9}a^2 + \tfrac{4}{3}g^2} : \frac{2}{n}\sqrt{\tfrac{1}{3}a^2}.$$

Setzt man nun an der Stelle von a^2 seinen Werth $= 9p^2 - 3g^2$, so erhält man folgende Proportion

$$bo : on = n : \sqrt{\frac{3p^2 - g^2}{p^2}}.$$

Dieſs Verhältniſs weicht von dem, welches wir (man sehe 59.) für die Decreszenzen auf den Ecken, nämlich $2n : \sqrt{\frac{3p^2 - g^2}{p^2}}$ gefunden haben, nur darin ab, daſs bei dem letzteren die Gröſse n den Coefficienten 2 hat, welches daher rührt, weil sie hier die Anzahl der subtrahirten Diagonalen anzeigt; beim ersten Verhältnisse bedeutet n hingegen die Anzahl der subtrahirten Reihen, welche zweimal so groſs ist als die der Diagonalen.

80. Um indeſs den Neigungswinkel der Fläche CXB gegen CXQ zu bestimmen, müssen wir einen Ausdruck für hr (Fig. 27.) suchen.

Aber $hr = ux = ax + au = ap + px + au.$

Wir wissen aber schon, daſs $ap = \frac{x-y}{nxy-x+y}\sqrt{a^2}$ und $au = \frac{1}{3}\sqrt{a^2}$ ist.

Wir dürfen also blos nur noch px suchen.

In den ähnlichen Dreiecken bax und lap verhält sich

$$al : bl = ap : px.$$

Aber $bl = nz = no - oz = on - \frac{1}{2}al.$

Folglich $al : on - \frac{1}{2}al = ap : px.$

Wir haben aber oben (77. 2)) gefunden, daſs

$$al = \frac{\frac{x-y}{nxy-x+y}\sqrt{\frac{4}{3}a^2g^2}}{\sqrt{\left(\frac{2nxy+x-y}{3nxy-3x+3y}\right)^2 a^2 + \frac{4}{3}g^2}}$$

und $on = \dfrac{\frac{x+y}{nxy-x+y}\sqrt{\frac{1}{3}a^2g^2}}{\sqrt{\left(\frac{2nxy+x-y}{3nxy-3x+3y}\right)^2 a^2 + \frac{4}{3}g^2}}$ ist.

Hieraus folgt, daſs $al = (x-y)\sqrt{4} = 2x - 2y$, und $on = x + y$, beide mit einem und demselben Bruche multiplicirt, seyn muſs. Wir können die Proportion also auch folgendergestalt schreiben

$$2x - 2y : x + y - x + y = \frac{x-y}{nxy-x+y}\sqrt{a^2} : px.$$

Hieraus folgt $px = \dfrac{y}{nxy-x+y}\sqrt{a^2}.$

Folglich ist $hr = \left(\frac{x-y}{nxy-x+y} + \frac{y}{nxy-x+y} + \frac{1}{3}\right)\sqrt{a^2}$

$$= \frac{nxy + 2x + y}{3(nxy - x + y)}\sqrt{a^2}.$$

Wir wollen uns eine Fläche vorstellen, die durch einige Punkte der Kante CX (Fig. 26) geht, und auf welcher die Axe HX senkrecht steht. qxv und bxv (Fig. 29) sind die beiden Theile der Flächen BXC und QXC (Fig. 26), welche von dieser Fläche abgeschnitten werden. Der mehreren Einfachheit wegen wollen wir annehmen, daſs die Fläche, von der hier die Rede ist, eine solche Entfernung von der Spitze habe, daſs der Theil xr (Fig. 29), welcher mit der Axe zusammenfällt, gleich pr (Fig. 27) sey. In diesem Falle wird qr (Fig. 29.) oder br gleich dr (Fig. 27.) seyn.

Man ziehe pt (Fig. 27) parallel mit gx, verlängere die Linie dr bis sie pt schneidet. Die Linie vr (Fig. 29) wird gleich rt (Fig. 27) seyn.

Man hat also xr (Fig. 29.) $= \frac{2nxy + x - y}{3nxy - 3x + 3y} \sqrt{a^2}$ (man sehe 77.); $qr = \sqrt{\frac{4}{3}g^2}$. Es kommt nun darauf an, vr oder die damit gleiche Linie rt (Fig. 27) zu finden.

In den ähnlichen Dreiecken prt und hrd ist

$hr : dr = pr : rt$. Oder

$$\frac{nxy + 2x + y}{3(nxy - x + y)} \sqrt{a^2} : \sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} = \frac{2nxy + x - y\sqrt{a^2}}{3(nxy - x + y} \sqrt{a^2}$$

$$: rt = \frac{2nxy + x - y}{nxy + 2x + y} \sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} = vr \text{ (Fig. 29).}$$

Man ziehe bq nebst qz senkrecht auf vx, und dann lz. Der Winkel qzl wird der halbe Neigungswinkel der Fläche qxv gegen bxv oder der Fläche BXC (Fig. 26) gegen QXC seyn. Man wird das

Verhältnifs zwischen ql (Fig. 29) und lz in Werthen von qr, rx und vr ausgedrückt, leicht auf eine Art finden, die der analog ist, welche ich schon an einem andern Orte (man sehe 34) bei dem Verhältnisse zwischen ye und eh (Fig. 12) angegeben habe. Hernach findet man $ql = \frac{qr}{2} \sqrt{3}$. Den Werth für lz findet man vermittelst der Proportion $vx : xr = vl : lz$. Oder $\sqrt{(xr)^2 + (vr)^2} : xr = vr - rl : lz = vr - \frac{1}{2} qr : lz$. Hieraus folgt $lz = xr \frac{(vr - \frac{1}{2} qr)}{\sqrt{(xr)^2 + (vr)^2}}$.

Es ist also $ql : lz = \frac{qr}{2} \sqrt{3} : \frac{xr\,(vr - \frac{1}{2} qr)}{\sqrt{(xr)^2 + (vr)^2}}$

$= qr \sqrt{3\,((xr)^2 + (vr)^2)} : xr\,(2vr - qr)$.

Wenn man nun $g = \sqrt{3}$, $p = \sqrt{2}$, $n = 1$, $x = 2$, $y = 1$ annimmt, und diese Werthe in den oben angegebenen algebraischen Ausdrücken für qr, xr und vr substituirt, so erhält man $qr = 2$, $xr = 5$ und $vr = \frac{10}{7}$. Setzt man also diese Werthe für qr, xr vr in dem Verhältnisse von ql zu lz, so erhält man

$$ql : lz = 2\sqrt{3\left(25 + \frac{100}{49}\right)} : 5\left(\frac{20}{7} - 2\right) = \sqrt{53} : \sqrt{3}.$$

Dies giebt für den Neigungswinkel der Fläche CXB gegen CXQ (Fig. 26) den Werth von 153° 13′ 58″.

81. Eine besondere Art der intermediären Decreszenz, wovon hier die Rede ist, kann auf eine gewöhnliche Decreszenz nach der Richtung der Höhe auf den Seitenecken, deren charakteristischer Ausdruck

druck $^{\frac{1}{2}}E^{\frac{1}{2}}$ ist, zurückgeführt werden. Es sey nämlich *as* (Fig. 30) das primitive Rhomboëder. Wenn man sich eine Fläche *orx* vorstellt, die eine solche Lage hat, daſs *bx* zwei Molekülskanten bezeichnet, und eine jede von den beiden Linien *ob*, *br* eine einzige Kante vorstellt, so ist es von selbst einleuchtend, daſs diese Ebene mit der Fläche CXQ (Fig. 26) parallel seyn muſs, und daſs ferner das Gesetz, durch $E^{\frac{1}{2}}$ ausgedrückt werden kann, wenn man unter E den Winkel *abn'* (Fig. 30) versteht. Nimmt man aber eine zweite Ebene *ofz* an, welche dieselbe Lage nach gerade entgegengesetzter Richtung hat, d. h. eine solche Lage besitzt, daſs *bz* zweien Kanten und eine jede von den Linien *bf* und *bo* einer einzigen Kante korrespondiren, so wird diese Ebene mit der Fläche CXB (Fig. 26) parallel seyn, und das ihr zugehörige Decreszenzgesetz wird durch $^{\frac{1}{2}}E$ vorgestellt werden können, wenn man unter E den Winkel *abd* versteht. Bei einer solchen Voraussetzung durchkreuzen sich aber die Wirkungen dieser beiden Decreszenzen dergestalt, daſs kein Theil der von ihnen beiden hervorgebrachten Flächen der primitiven Fläche, von welcher die ursprüngliche Decreszenz muthmaſslich ausging, korrespondirt. So fällt z. B. die Fläche CXQ (Fig. 26) ganz und gar über den Rhombus *abdu* (Fig. 30), obgleich die Decreszenz, durch welche sie entstand, vermöge der gegenwärtigen Voraussetzung die Linie, *or* zur Anschuſslinie hat, welche mit dem dabei gelegenen Rhombus *abn'g* zusammenfällt. Es scheint wirklich sonderbar zu seyn, eine sekundäre Fläche von

einer Decreszenz herzuleiten, die auf der primitiven Fläche, von welcher sie doch ihren Ursprung genommen haben soll, in einiger Rücksicht gar keine Wirkungen geäufsert hat. Viel natürlicher ist es alsdenn, die Decreszenz für eine mittlere anzusehen, weil die in diesem Falle dadurch entstehenden Flächen, durch ihre Lagen den primitiven Flächen, auf denen die Anschufslinien befindlich sind, korrespondiren, und auf diese Weise werde ich auch davon bei Decreszenzen dieser Art beständig Gebrauch machen.

Dieselbe Untersuchung läfst sich auch bei den Decreszenzen nach der Richtung der Höhe auf der oberen Ecke *bau* anstellen. Es sey *npk* eine Ebene, die eine solche Lage hat, dafs *ak* zweien Molekülskanten und jede von den Linien *an*, *ap* einer Kante gleich ist. Unter diesen Umständen wird diese Fläche mit einer Facette parallel laufen, welche durch eine Decreszenz entsteht, die, in Rücksicht auf die Fläche *abdu*, durch $\overset{\frac{1}{2}}{A}$ ausgedrückt werden kann. Bezieht man sie aber auf die Fläche *bagn'*, so mufs sie durch $(\underset{1}{A}\ B^1\ B^2)$ bezeichnet werden, welcher Ausdruck eine mittlere Decreszenz andeutet. Es ist aber auch am natürlichsten, die Decreszenz von diesem Gesichtspunkte aus zu betrachten, und zwar aus Gründen, die den vorhin angeführten ähnlich sind.

Auf der andern Seite ist es aber am einfachsten, wenn man die Decreszenz unter der Voraussetzung dem Kalkul unterwirft, dafs sie auf der Fläche *abdu* statt findet. Aus eben diesem Grunde habe ich auch beim Abschnitte von den Decreszenzen auf der oberen Ecke

des Rhomboëders auch auf den Fall bei der Auseinandersetzung der Theorie Rücksicht genommen, wo die Decreszenz nach der Richtung der Höhe geschieht.

Die Wirkungen der Decreszenzen nach der Richtung der Höhe auf der unteren Ecke können unmittelbar auf diese Ecke bezogen werden, wenn auch gleich die entstandenen Flächen sich nach dem unteren Ende der Axe neigen, weil sie die primitiven Flächen, auf denen die Decreszenz statt findet, immer zum Theil bedecken. Alsdenn stehen uns auch keine Schwierigkeiten im Wege, die gewöhnlichen Gesetze bei dem Ausdrucke der Bezeichnungsart anzuwenden.

82. Wir wollen wieder zum Dodecaëder (Fig. 26) zurückgehen, und untersuchen, ob es aus lauter gleichschenkeligen Dreiecken zusammengesetzt seyn kann, oder, was auf dasselbe hinausläuft, ob es aus zwei geraden Pyramiden besteht, deren Grundflächen mit einander verbunden sind.

In diesem Falle ist $eh = ex$. Folglich

$$pr : ex = dr : qe = hr : eh.$$

Daher ist auch $ex : eh = pr : hr$.

In diesem Falle ist daher auch $pr = hr$, oder

$\frac{2nxy + x - y}{3nxy - 3x + 3y} = \frac{nxy + 2x + y}{3nxy - 3x + 3y}$ (man sehe 77 und 80).

Oder ganz kurz

$$2nxy + x - y = nxy + 2x + y.$$

Hieraus folgt $n = \frac{x + 2y}{xy}$.

Hieraus leuchtet ein, daſs für ein jedes Verhältniſs zwischen x und y eine Zahl n subtrahirter Reihen möglich ist, durch welche das Dodecaëder mit gleichschenkeligen Dreiecken entsteht. Macht man nun $x = 1$ und $y = 1$, so erhält man $n = 3$, welches in dem Falle zutrifft, wenn gewöhnliche Decreszenzen auf den Seitenkanten statt finden, wie ich oben angeführt habe.

83. In allen Fällen dieser Art verhält sich der Halbmesser der gemeinschaftlichen Grundfläche, beider Pyramiden, oder eine Linie, die vom Mittelpunkte dieser Grundfläche zu einer von den Ecken fortgeht, zu der Höhe der Pyramide selbst, wie qe (Fig 27) : eh, oder wie $dr : hr$. Wenn man den Halbmesser r und die Höhe der Pyramide h nennt, so erhält man folgende Proportion

$$h : r = \frac{nxy + 2x + y}{3(nxy - x + y)} \sqrt{a^2} : \sqrt{\tfrac{4}{3}g^2}.$$

Man wird ferner finden, daſs sich der Sinus des halben Neigungswinkels der benachbarten Flächen, bei einer und derselben Pyramide, zum Cosinus wie $\sqrt{3(h^2 + r^2)} : h$ verhält; ein Verhältniſs, bei welchem man für h und r bloſs die algebraischen Werthe substituiren darf.

84. Das Rothgültigerz bietet uns eine sehr interessante Varietät dieser Art dar; der Bürger Gillet besitzt davon ein sehr schönes Exemplar, welches in der Fig. 31 vorgestellt ist. Dieser Krystall ist eine Verbindung von zweien geraden sechsseitigen Pyramiden, die an ihren Enden unvollkommen sind; die Seitenflächen der einen sind die auſserhalb liegenden Tra-

pazien m, m, m', m' u. s. f.; die der andern aber die mittleren Trapezien r, r, r', r' u. s. f. Um diese Varietät zu bestimmen, bemerkte ich zuerst, daſs zwei mögliche Fälle statt finden könnten. Der erste ist der, wenn die beiden Decreszenzen, theils auf die gewöhnliche Weise durch drei Reihen auf den Seiten-ecken des primitiven Rhomboëders, theils durch ein mittleres Gesetz vor sich gehen; der zweite aber, wenn die Decreszenzen alle beide mittlere sind. Setzt man den ersten und einfachsten Fall voraus, so müssen die äuſseren Trapezien durch das gewöhnliche, die mittleren aber durch ein mittleres Gesetz der Decreszenz entstanden seyn. Denn die Trapezien, welche durch das erste Gesetz entstehen, müssen sich mit den Kanten, durch die sie mit einander verbunden sind, unter demselben Winkel gegen die Axe neigen als die schiefen Diagonalen der Kerngestalt; die Verbindungskanten der Trapezien hingegen, welche durch ein intermediäres Gesetz zum Vorschein kommen, müssen mit der Axe viel kleinere Winkel bilden, welches durch die Ansicht der Fig. 27 erhellen wird, bei der man sogleich bemerkt, daſs sich die Kante qx oder die mit ihr parallele Linie dp über der schiefen Diagonale ad erhebt. Weil nun die Kante x (Fig. 30) mit der Axe einen weit kleineren Winkel macht, als die Kante z, so folgt daraus, daſs die Trapezien r, r' dem mittleren Decreszenzgesetze zugerechnet werden müssen.

Nachdem ich diese Bemerkung gemacht hatte, versuchte ich $n = \frac{3}{2}$ zu machen, und diesen Werth für

n in dem Verhältnisse $2n : \sqrt{\frac{3p^2 - g^2}{p^2}}$ (man sehe 58) für den Sinus und Cosinus des halben Neigungswinkels der Flächen bei einer gewöhnlichen Decreszenz auf den Kanten zu substituiren; ferner machte ich $g = \sqrt{5}$ und $p = \sqrt{3}$, wie es beim Rothgültigerze statt findet. Unter diesen Voraussetzungen fand ich die Neigung $= 137° \ 52'$, welches auch mit der Beobachtung übereinstimmt.

Bei dem mittleren Gesetze, durch welches die Trapezien r, r' u. s. f. entstanden sind, bekam ich unter der Voraussetzung die gewünschten Resultate, wenn ich $x = 3$ und $y = 1$ machte, in welchem Falle ich aus der Gleichung $n = \frac{x + 2y}{xy}$ (man sehe 82) für n den Werth $= \frac{5}{3}$ bekam. Wenn man also noch immer annimmt, daſs h die Höhe der Pyramide und r den Halbmesser der Grundfläche bezeichnet, so erhält man $h : r = \sqrt{16} : \sqrt{5}$. Substituirt man für h und r ihre Werthe in dem Verhältnisse $\sqrt{3(h^2 + r^2)} : h$ für den Sinus und Cosinus des halben Neigungswinkels der Flächen, so findet man, daſs der erste sich zum zweiten wie $\sqrt{63} : \sqrt{16}$ verhält. Hieraus folgt, daſs der Neigungswinkel zweier an einander liegenden Flächen $= 126° \ 30'$ ist, welches mit der Beobachtung übereinstimmt.

85. Wir wollen einmal $eh = 2(ex)$ annehmen. In diesem Falle würde der sekundäre Krystall ein Rhomboëder seyn, bei dem die Linie qe auf der Axe senkrecht steht. Man hat also folgende Gleichung

$nxy + 2x + y = 2(2nxy + x - y)$ (man sehe 82).

Hieraus folgt $n = \frac{1}{x}$, ein Werth, der immer statt findet, y mag auch eine Gröfse haben, welche es immerhin will. Dies Resultat will nun so viel sagen. Es sey *an* (Fig. 32) ein Rhomboëder, dessen beide Enden sich in *a* und *n* befinden. Man setze, dafs eine gewöhnliche Decreszenz durch mehr als eine Reihe auf dem Winkel *bdf* statt finde; *osr* sey ferner eine Ebene, die mit der dadurch entstehenden Fläche parallel gehe. Diese Decreszenz wird zwei mittlere auf den Winkeln *bdn* und *fdn* der anliegenden Flächen zur Folge haben und so sieht man leicht ein, dafs man $do = x$ und $ds = y$ kekommen wird, wenn man die Decreszenz auf dem Winkel *bdn* berücksichtigt. Letztere Decreszenz wird aber ferner noch nach der Richtung der Höhe statt haben, und zwar so, dafs *dr* die Anzahl der nach eben dieser Richtung subtrahirten Reihen andeutet. Bezeichnet man nun die Entfernung von *d* bis nach *os* mit n, so bekommt man $n = \frac{1}{dr}$. Aber $dr = do = x$. Folglich mufs auch $n = \frac{1}{x}$ seyn, welches immer statt finden wird, man mag auch für *do* und y Werthe nehmen, welche man will. Der angeführte Fall bezieht sich daher versteckter Weise auf die Wirkung einer gewöhnlichen Decreszenz, bei welcher auch subsidiarisch eine mittlere statt findet.

86. Wenn man $x = 2$ macht, so erhält man $n = \frac{1}{2}$. Man nehme ferner $y = 1$ an. In diesem

Falle findet man ap (Fig. 27) $= \frac{1}{0} \sqrt{a^2}$ (man sehe 77), d. h. also, die Axe des Rhomboëders ist unendlich. Die entstandenen Flächen sind daher eben so vertheilt, wie die Seitenflächen einer regelmäſsigen sechsseitigen Säule. Dieser Eall findet beim prismatischen kohlengesäuerten Kalke seine Anwendung, bei welchem die mittleren Decreszenzen, die von der Wirkung der Hauptdecreszenz abhängig sind, auch wirklich durch die Entziehung zweier Reihen nach der Richtung der Höhe statt finden. Man wird dies sehr leicht einsehen, wenn man nur darauf achtet, daſs, wenn die Hauptdecreszenz durch zwei Reihen statt findet, do oder $x = 2$ und $dr = 2$ (Fig. 32) seyn muſs, so daſs folglich n oder $\frac{1}{dr} = \frac{1}{2} = \frac{1}{x}$ ist. Was ds oder y anbetrifft, so sieht man leicht ein, daſs diese Linie $= 1$ seyn muſs.

Bei den vorigen Resultaten haben wir uns der mehresten Einfachheit wegen bloſs darauf eingeschränkt, das Verhältniſs zwischen eh und ex (Fig. 27) oder, welches einerlei ist, zwischen hr und pr zu untersuchen. Es könnte aber der Fall eintreten, daſs man für eh und ex absolute Werthe haben müſste, um einen Krystall, wie den angeführten, gehörig in der Projektion darstellen zu können. Diese Werthe wird man sehr leicht erhalten, wenn ax bekannt ist. Es ist aber

$$ax = ap + px; \quad ap = \frac{x - y}{xny - x + y} \sqrt{a^2}$$

(man sehe 77, 2)).

$$px = \frac{y}{nxy - x + y} \sqrt{a^2} \text{ (man sehe 80).}$$

Folglich ist $ax = \frac{x}{nxy - x + y} \sqrt{a^2}$.

Addirt man die Axe as der Kerngestalt zu der doppelten Axe ax, so bekommt man den Werth der Axe hx des sekundären Krystalles.

Aber $ex : eh = pr : hr = 2nxy + x - y : nxy + 2x + y$. Wenn man also die Axe hx und das Verhältniſs der beiden Theile ex und eh gegeneinander kennt, so kann man leicht die Werthe für beide abgesondert finden.

qe wird aber auch mit dr parallel seyn, weil sich $hr : dr = eh : qe$ oder $\frac{nxy + 2x + y}{3(nxy - x + y)} \sqrt{a^2} : \sqrt{\frac{4}{3}g^2} = eh : qe$ verhält.

In dieser Proportion darf man nur den oben für eh gefundenen Werth substituiren. Man würde auch sehr leicht für ce, welche auf der verlängerten Linie qe liegt, einen Ausdruck finden.

87. Wir wollen uns jetzt einmal eine andere Decreszenz vorstellen, die beständig gegen die Seitenecken des primitiven Rhomboëders statt findet, aber so, daſs mehr Molekülskanten nach der Richtung der oberen Seite db (Fig. 33) als nach der unteren Seite ab subtrahirt sind. $\lambda\gamma$ sey die Seitenkante des ersten aufgeschichteten Blättchens; $b\lambda$ werde ferner durch x und $b\gamma$ durch y ausgedrückt.

Man ziehe $\lambda\mu$ mit der Diagonale da parallel, setze $\gamma\pi$ auf $\lambda\mu$ senkrecht, ziehe $d\varepsilon$ parallel mit $\gamma\lambda$, ma-

che $\varepsilon\vartheta = b\gamma$, und ziehe alsdann $\vartheta\nu$ mit $d\varepsilon$, und endlich $\nu\varphi$ mit ab parallel. $d\varepsilon$ und $\nu\vartheta$ haben dieselbe Lage, wie die Seitenkanten der beiden folgenden auf einander folgenden Blättchen. Hieraus folgt, daſs $d\nu$ die Entfernung eines Blättchens von dem andern in dem Falle seyn wird, wenn nur eine einzige Reihe subtrahirt ist.

$\lambda\mu$ enthält aber eben so vielmal die halbe schiefe Diagonale eines Moleküls, als Kanten in dem Ausdrucke $b\lambda + b\mu = 2x$ enthalten sind. Man kann daher $\lambda\mu$ auch durch $2p'x$ ausdrücken, wenn p' eine halbe schiefe Diagonale des Moleküls bezeichnet. Auf der andern Seite ist aber $\omega\nu = \varepsilon\vartheta = b\gamma = y$. In den ähnlichen Dreiecken $\omega\nu d$ und $\gamma\mu\lambda$ ist aber

$$\gamma\mu : \lambda\mu = \omega\nu : d\nu \text{ oder}$$

$$x - y : 2p'x = y : \frac{2p'xy}{x-y}.$$

Bedeutet also n die Anzahl der subtrahirten Reihen, so ist $\frac{2p'nxy}{x-y}$ die Entfernung eines aufgeschichteten Blättchens von dem andern nach der Richtung da.

88. Es sey $agsd$ (Fig. 54) der Hauptschnitt der Kerngestalt, und xm und hm mögen zwei Kanten des sekundären Dodecaëders vorstellen. Man setze gu und dr senkrecht auf die Axe, verlängere sd und ziehe al mit mx parallel, bis sie die verlängerte Linie schneidet. Ferner setze man dc auf al und dann ab auf xm senkrecht, und ziehe endlich aus dem Punkte o von ad die Linie on mit ab parallel.

Es sey akf das Messungsdreieck, das in der Ebene $gads$ liegt. Nun hat man folgende Proportion

$$ak : kf = \frac{2p'nxy}{x-y} : \sqrt{g'^2 + p'^2} = \frac{2pnxy}{x-y} : \sqrt{g^2 - p^2}.$$

Es sey XH (Fig. 35) der sekundäre Krystall, bu eine von den horizontalen Diagonalen der Kerngestalt und bau die obere Hälfte des Rhombus, zu welchem diese Diagonale gehört. br und uy sind die Durchschnittslinien der Dreiecke CXQ und NXQ, welche durch die Verlängerung desselben Rhombus entstehen. Verlängert man diese Durchschnittslinien so weit, bis sie sich selbst in einem gemeinschaftlichen Punkte m schneiden, so wird dieser Punkt über die verlängerte Linie QX hinaus fallen. Zieht man ferner durch die Mitte von bu und durch den Punkt a die Linie oam, so wird das Dreieck bmo dem Dreieck $\gamma\lambda\pi$ (Fig. 32) ähnlich seyn. $\pi\lambda$ enthält aber eben so viele halbe Diagonalen p, als Kanten in dem Ausdrucke $b\lambda + b\gamma = x + y$ befindlich sind; und $\gamma\pi$ zeigt so viele halbe Diagonalen g an, als sich Kanten in dem Ausdrucke $\gamma\mu = x - y$ befinden.

Es ist also $\gamma\pi : \pi\lambda = gx - gy : px + py$
$= bo : om$ (Fig. 34).

Weil nun aber $bo = g$, so ist $om = \frac{px + py}{x - y}$.

89. Unter diesen Voraussetzungen ziehe man on (Fig. 35) senkrecht auf QZ, und alsdann bn. Der Winkel bno wird der halbe Neigungswinkel der Fläche CXQ gegen NXQ seyn. Um also die Gröſse dieses Winkels zu bestimmen, muſs man das Verhältniſs

zwischen seinem Sinus bo und seinem Cosinus om finden.

Aber $bo = g$. Es ist also nur noch on zu suchen übrig.

In den ähnlichen Dreiecken mon (Fig. 35) und aoz (Fig. 34) verhält sich

$$ao : oz = om : on.$$

Aber $ao = p$ und $om = \frac{px + py}{x - y}$. Man darf daher jetzt nur noch den Werth von oz aufsuchen.

$oz = \frac{1}{2}dc$. Der Ausdruck für dc wird uns also auch einen für oz verschaffen.

Man ziehe ae (Fig. 34) senkrecht auf ds. Wenn wir uns eines doppelten Ausdruckes für das Dreieck adl bedienen, so haben wir auf der einen Seite $\frac{1}{2}ae \times dl$ und auf der andern $\frac{1}{2}dc \times al$.

Es ist also $al : ae = dl : dc$.

Nun müssen wir nach und nach dl, al und ae suchen.

1) Für dl. In den ähnlichen Dreiecken akf und adl ist $ak : kf = ad : dl$. Oder

$$\frac{2pnxy}{x-y} : \sqrt{g^2 + p^2} = 2p : dl,$$

Also $dl = \frac{x-y}{nxy}\sqrt{g^2 + p^2}$.

2) Für al. $al = \sqrt{(ly)^2 + (ay)^2}$. Wir müssen also ly und ay suchen.

1) Für ly. In den ähnlichen Dreiecken sdr und sly ist

$$sd : sl = dr : ly,$$

Aber $sd = \sqrt{g^2+p^2}$

und $sl = sd + dl = \sqrt{g^2+p^2} + \frac{x-y}{nxy}\sqrt{g^2+p^2}$

$= \frac{nxy + x - y}{nxy}\sqrt{g^2+p^2}$ so wie $dr = \frac{4}{3}g^2$.

Die Proportion wird also so stehen

$$\sqrt{g^2+p^2} : \frac{nxy + x - y}{nxy}\sqrt{g^2+p^2} = \sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} : ly.$$

Folglich $ly = \frac{nxy + x - y}{nxy}\sqrt{\frac{4}{3}g^2}$.

2) Für ay. $ay = as - sy = a - sy$. In den ähnlichen Dreiecken sdr und sly ist

$sd : sl = sr : sy$. Oder

$$\sqrt{g^2+p^2} : \frac{nxy + x - y}{nxy}\sqrt{g^2+p^2} = \tfrac{1}{3}\sqrt{a^2} : sy.$$

Folglich $sy = \frac{nxy + x - y}{3nxy}\sqrt{a^2}$.

Hieraus folgt, dafs $ay = \sqrt{a^2} - \left(\frac{nxy + x - y}{3nxy}\right)\sqrt{a^2}$

$= \frac{2nxy - x + y}{3nxy}\sqrt{a^2}$ ist.

Also $al = \sqrt{\left(\frac{nxy + x - y}{nxy}\right)^2 \frac{4}{3}g^2 + \left(\frac{2nxy - x + y}{3nxy}\right)^2 a^2}$.

3) Für ae. $ae = \frac{dr \times as}{ds} = \frac{\sqrt{\frac{4}{3}g^2} \times \sqrt{a^2}}{\sqrt{g^2+p^2}}$

$$= \sqrt{\frac{4a^2g^2}{3(g^2+p^2)}}.$$

Aus der Proportion $al : ae = dl : dc$ wird also folgende

$$\sqrt{\left(\frac{nxy+x-y}{nxy}\right)^2 \tfrac{4}{3}g^2 + \left(\frac{2nxy-x+y}{3nxy}\right)^2 a^2}$$

$$:\sqrt{\frac{4a^2g^2}{3(g^2+p^2)}} = \frac{x-y}{xny}\sqrt{g^2+p^2} : dc.$$

Daraus ergiebt sich nun endlich

$$dc = \frac{(x-y)\sqrt{g^2+p^2} \times \sqrt{\dfrac{4a^2g^2}{3(g^2+p^2)}}}{\sqrt{(nxy+x-y)^2 \tfrac{4}{3}g^2 + \left(\dfrac{2nxy-x+y}{3}\right)^2 a^2}}$$

$$= x-y\sqrt{\frac{\tfrac{4}{3}a^2g^2}{(nxy+x-y)^2\tfrac{4}{3}g^2+\left(\dfrac{2nxy-x+y}{3}\right)^2 a^2}}.$$

Nimmt man nun die Hälfte von dc, so erhält man

$$oz = (x-y)\times\sqrt{\frac{a^2g^2}{(nxy+x-y)^2 4g^2 + 3\left(\dfrac{2nxy-x+y}{3}\right)^2 a^2}}.$$

Aus der Proportion $ao : oz = om : on$ wird also folgende

$$p : (x-y)\sqrt{\frac{a^2g^2}{(nxy+x-y)^2 4g^2 + 3\left(\dfrac{2nxy-x+y}{3}\right)^2 a^2}}$$

$$= \frac{px+py}{x-y} : on$$

$$= (x+y)\sqrt{\frac{a^2g^2}{(nxy+x-y)^2 4g^2 + 3\left(\dfrac{2nxy-x+y}{3}\right)^2 a^2}}.$$

Vergleicht man $bo = g$ mit on, so erhält man

$$bo : on = \sqrt{(nxy+x-y)^2 4g^2 + \tfrac{1}{3}(2nxy-x+y)^2 a^2}$$

$$: (x+y)\sqrt{a^2}.$$

90. Wollte man dies Verhältnifs auf ein solches zurückbringen, das im Falle einer gewöhnlichen Decreszenz statt findet, so müfste man $x = 1$ und $y = 1$ machen, woraus alsdenn folgende Proportion folgt

$$bo : on = \sqrt{4n^2g^2 + \tfrac{4}{3}n^2a^2} : 2\sqrt{a^2} = n\sqrt{3g^2 + a^2} : \sqrt{3a^2}.$$

Setzt man aber an der Stelle von a^2 den Werth dafür $= 9p^2 - 3g^2$, und reducirt nachher auf $bo : on$ $= n : \sqrt{\frac{3p^2 - g^2}{p^2}}$, so erhält man hierdurch genau dasselbe Verhältnifs, als das ist, welches man durch die gewöhnlichen Decreszenzen bekommt; ausgenommen, dafs die Gröfse n bei dem letzteren Verhältnisse den Coefficienten 2 hat, weil sie die Anzahl der subtrahirten Diagonalen und nicht geradezu die Anzahl der subtrahirten Reihen ausdrückt.

91. Wenn man das eben erhaltene Resultat mit dem oben (man sehe 77) gefundenen Verhältnisse, wo die Anzahl der subtrahirten Molekülskanten nach der Richtung von db (Fig. 25) gröfser ist, als nach der Richtung von ab, so sieht man, dafs diese beiden Verhältnisse nur durch die Zeichen der einfachen Gröfsen x und y im ersten Gliede verschieden sind. Man hat also im Allgemeinen unter allen möglichen Verhältnissen zwischen der Anzahl der auf beiden Seiten der Ecke subtrahirten Kanten folgende Proportion

$$bo : on = \sqrt{(nxy \pm x \mp y)^2 4g^2 + \tfrac{1}{3}(2nxy \mp x \pm y)^2 a^2} : (x + y)\sqrt{a^2}.$$

Die oberen Zeichen gelten in dem Falle, wenn die Anzahl der subtrahirten Kanten nach der Richtung

der oberen Seite des primitiven Rhombus grösser ist; die unteren Zeichen aber in dem Falle, wenn die Anzahl derselben nach der unteren Seite eben so groſs ist.

92. Ehe wir hiervon eine Anwendung machen, wollen wir noch den Werth von ax (Fig. 34.) suchen. In den ähnlichen Dreiecken abx und aly ist

$$ly : al = ab : ax.$$

Aber $ly = \frac{nxy + x - y}{nxy} \sqrt{\tfrac{4}{3} g^2}$ und

$$al = \sqrt{\left(\frac{nxy + x - y}{nxy}\right)^2 \tfrac{4}{3} g^2 + \left(\frac{2nxy - x + y}{3nxy}\right)^2 a^2}.$$

Nun ist noch ab zu suchen übrig.

$ab = zn = on - oz$. Wenn man den oben gefundenen Werth für oz von dem Werthe für on abzieht, so findet man

$$ab = \frac{2y\sqrt{a^2 g^2}}{\sqrt{(nxy + x - y)^2 4g^2 + \tfrac{1}{3}(2nxy - x + y)^2 a^2}}.$$

Wenn man daher in den beiden ersten Gliedern den gemeinschaftlichen Nenner nxy fortschafft, so wird aus der Proportion folgende

$$(nxy + x - y)\sqrt{\tfrac{4}{3} g^2} : \sqrt{(nxy + x - y)^2 \tfrac{4}{3} g^2 + \left(\frac{2nxy - x + y}{3}\right)^2 a^2}$$

$$= \frac{2y\sqrt{a^2 g^2}}{\sqrt{(nxy + x - y)^2 4g^2 + \tfrac{1}{3}(2nxy - x + y)^2 a^2}} : ax.$$

Wird die Gröſse $(nxy + x - y)^2 \tfrac{4}{3} g^2 + \left(\frac{2nxy - x + y}{3}\right) a^2$ mit dem einfachen Buchstaben m bezeichnet, so kommt die Proportion so zu stehen

$$(nxy + x - y)\sqrt{\tfrac{4}{3} g^2} : \sqrt{m} = 2y\sqrt{\frac{a^2 g^2}{3m}} : ax.$$

Hieraus

Hieraus folgt $ax = \frac{y\sqrt{a^2}}{nxy + x - y}$, ein Werth, der von dem für ax (man sehe 86.) (Fig. 27) in dem Falle, wenn die gröſste Anzahl der Molekülskanten nach der Richtung der unteren Seite des primitiven Rhombus weggenommen ist, nur durch die Zeichen für x und y im Nenner abweicht.

Wenn man auf diese Weise einen Ausdruck für ax gefunden hat, so kann man auch sehr leicht den für ux bestimmen, indem man nur $\frac{1}{3}\sqrt{a^2}$ hinzusetzen darf, welches $ux = \frac{nxy + 2y + x}{3(nxy + x - y)}\sqrt{a^2} = hr$ giebt. Nun ist es auch sehr leicht, den Neigungswinkel der Fläche CXQ gegen CXB (Fig. 35) zu bestimmen, wie wir dies sogleich sehen werden.

Wenn man einen Krystall vor sich hat, welcher durch irgend ein Gesetz dieser Art entstanden ist, und der durch deutliche Schnitte getheilt zu werden vermag, so wird ein jeder dieser Schnitte einen, dem Winkel rmy (Fig. 35) ähnlichen Winkel hervorbringen, nach welchem man das Verhältniſs zwischen x und y auf eine analoge Art bestimmen kann, wie die ist, welche wir bei Gelegenheit der Auseinandersetzung der Fig. 26 befolgten. Dann ist es schon hinreichend, wenn wir nur eine von den beiden Neigungen, z. B. die der Fläche CXQ gegen NXQ untersuchen, um den Krystall völlig zu bestimmen.

93. Mir ist bis jetzt nur blos ein einziges Beispiel von einem ähnlichen Gesetze als das angeführte vorgekommen. Der hierher gehörige Krystall gehört

zum Rothgültigerz; es ist die Varietät, welche ich die sexoctodecimale genannt habe, und folgendermaſsen bezeichnet ist $\overset{1}{D}(^1E^1B^3D^2)\underset{2}{A}$. Ich will hier auf die Flächen, welche durch die Decreszenzgesetze $\overset{1}{D}$ und $\underset{2}{A}$ zum Vorschein gekommen sind, gar keine Rücksicht nehmen, sondern bloſs die Wirkungen des mittleren Gesetzes betrachten. Man kann dies metallische Fossil nicht leicht und deutlich einer mechanischen Theilung unterwerfen, und es gelang mir erst nach mehreren Irrwegen, ein Gesetz aufzufinden, welches der beobachteten Gröſse der Winkel ein Genüge that. Ich blieb endlich bei dem stehen, nach welchem $x = 3$, $y = 2$ und $n = 1$ ist. Beim Rothgültigerze hat man ferner $g = \sqrt{5}$, $p = \sqrt{3}$ und $a = \sqrt{12}$.

Da nun also diese Stücke gegeben sind, so wollen wir die respectiven Neigungen der Flächen des Dodekaëders, das durch die ungeſtörten Wirkungen des angeführten Gesetzes zum Vorschein kommen würde, näher untersuchen.

1) Für die Neigung von NXQ gegen CXQ.

Wenn man in dem oben (man sehe 89) zwischen bo und on gefundenen Verhältnisse anstatt der Gröſsen x, y, n, g und a ihre numerischen Werthe substituirt, so erhält man folgende Proportion $bo : on = \sqrt{49 \cdot 20 + \frac{1}{3} \cdot 121 \cdot 12} : 5\sqrt{12} = \sqrt{122} : 5$. Hieraus folgt nun, daſs der gesuchte Neigungswinkel $= 131^\circ\ 26'$ ist.

2) Für die Neigung von CXQ gegen CXB.

Man nehme wie gewöhnlich eine schneidende Ebene an, die durch einige Punkte der Kante CX

geht, und auf welcher die Axe HX senkrecht steht. *hxq* und *hxb* (Fig. 36) seyen die beiden Theile der Flächen CXQ und CXB (Fig. 35.), die durch diesen Durchschnitt getrennt werden. *xy* (Fig. 36.) sey der mit der Axe korrespondirende Theil; man ziehe *yq*, *yb*, *yh*, hernach *bq*, darauf *qm* senkrecht auf *xh*, und endlich *mn*. Der Winkel *qmn* wird der halbe Neigungswinkel der Fläche CXQ gegen CXB (Fig. 35) seyn.

Aus der Construktion erhellt, daſs die Linie *qx* (Fig. 36) mit QX (Fig. 35) oder mit *mx* (Fig. 34) korrespondirt. *qy* und *xy* (Fig. 36.) verhalten sich also gegen einander, wie die Linien *ly* und *ay* (Fig. 34). Es verhält sich daher

$$qy\,(\text{Fig. }36) : xy = \frac{nxy + x - y}{nxy}\sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} : \frac{2nxy - x + y}{3nxy}\sqrt{a^2}$$

$$= nxy + x - y\sqrt{12\,g^2} : 2nxy - x + y\sqrt{a^2}$$

$$= 7\sqrt{60} : 11\sqrt{12} = \sqrt{245} : 11.$$

Wenn man aber auf der andern Seite bemerkt, daſs die Kanten, welche gegen die Axe einerlei Lage haben, nicht allein an einem jeden Ende, sondern auch von einem Ende zum andern mit einander abwechseln, so folgt daraus der Schluſs, daſs sich *xh* gegen die Kanten *xy* unter denselben Winkel neigt, als *hd* gegen *hr* (Fig. 34). Man hat also folgende Proportion

$$xy\,(\text{Fig. }36) : hy = hr\,(\text{Fig. }34) : dr$$

$$= \frac{nxy + 2y + x}{3(nxy + x - y)}\sqrt{a^2} : \sqrt{\tfrac{4}{3}g^2} = \frac{13}{21}\sqrt{12} : \sqrt{\frac{20}{3}}$$

$$= 13 : \sqrt{245}.$$

Es sey $xy = 13$ und $hy = \sqrt{245}$. Substituirt man nun für xy den Werth dieser Gröſse in der Proportion $qy : xy = \sqrt{245} : 11$, so erhält man $qy = \frac{13}{11} \sqrt{245}$. Schlägt man aber einen ähnlichen Weg ein, als der ist, den ich schon oben angezeigt habe, so erhält man

$$qn : mn = qy \sqrt{3((xy)^2 + (hy)^2)} : xy\ (2hy - qy).$$

Substituirt man die numerischen Werthe, so erhält man $qn : mn = \frac{13}{11} \sqrt{245} \times \sqrt{3\,(169 + 245)}$

$$: 13 \left(2\sqrt{245} - \frac{13}{11}\sqrt{245}\right) = \frac{1}{11}\sqrt{3 \cdot 414} : \frac{9}{11}$$

$$= \sqrt{46} : \sqrt{3}.$$

Hieraus folgt, daſs der Neigungswinkel von CXQ (Fig. 35) gegen CXB $= 151°\ 20'$ ist.

94. Ich gehe zu einer andern Art der mittleren Decreszenz über, die sich auf eine kubische Kerngestalt bezieht, und zu gleicher Zeit auf allen Ecken statt findet. Der mehreren Einfachheit wegen will ich aber annehmen, daſs der Würfel hier die Stelle eines Rhomboëders vertrete, und daſs die Decreszenz nur auf den mit den Enden in Verbindung stehenden Winkeln statt finde. Es sey cx (Fig. 37) eine horizontale Projektion dieses Würfels und a eins von seinen Enden. Die Seitenkanten der decreszirenden aufgeschichteten Blättchen sollen durch ef, $\beta\lambda$ und $\delta\varepsilon$ vorgestellt werden, und zwar so, daſs $ae = 2af$, $a\lambda = 2a\beta$ und $a\varepsilon = 2a\delta$ ist. Hieraus wird es einleuchtend, daſs sich jede Seitenkante nach einer Richtung neigt, welche der Richtung der

auf den angränzenden Flächen liegenden Kanten gerade entgegengesetzt ist.

95. Wenn man annimmt, daſs die Decreszenz ihre Wirkung ganz vollkommen äuſsert, so wird der sekundäre Krystall ein Rhomboëder seyn, dessen Enden mit denen der Kerngestalt zusammenfallen, und in welchem der Kern in der Quere liegt; dergestalt nämlich, daſs wenn *qgz* (Fig. 58) das Dreieck vorstellt, welches durch die drei obern horizontalen Diagonalen des Rhomboëders gebildet wird, *dbx* den Durchschnitt des Dreiecks in der kubischen Kerngestalt, oder welches einerlei ist, die Vereinigung der drei obern horizontalen Diagonalen des Würfels andeutet. Wenn man also *np* senkrecht auf *db* und *nt* senkrecht auf *gq* setzt, so werden diese Linien die halben Perpendikellinien auf der Axe in Rücksicht auf die Kerngestalt und den sekundären Krystall seyn. Ehe wir weiter gehen, müssen wir aber *np* und *bd* so lange erweitern, bis sie *gq* schneiden; dann zeichne man das Dreieck *β γ ε*, dessen Seitenlinien mit dem des Dreieckes *dbx* parallel gehen, und zu gleicher Zeit mit denen des Dreieckes *qgz* in Verbindung stehen.

Auf der andern Seite sey *actx* (Fig. 59 XII Taf.) der Hauptschnitt der Kerngestalt, *ap* seine halbe schiefe Diagonale, *pn* die halbe Perpendikellinie auf der Axe und *as* eine gerade Linie, welche mit der Fläche des sekundären Krystalles, die überhalb *ax* liegt, zusammenfällt. Man verlängere die Linie *cnp*, bis sie *as* schneidet, ziehe dann vom Punkte *p* die Linie *rpo* senkrecht auf *ax* und vom Punkte *o* die Linie *oz*

senkrecht auf *ps*. Man sieht leicht ein, daſs *np* und *ps* dieselben Linien sind als die in der Fig. 38 vorgestellten.

Es sey *alk* (Fig. 39) das Messungsdreieck, welches in der Ebene *cas* liegt, und worin *lk* einer Molekülskante gleich ist. Es kommt nun darauf an, einen Ausdruck für *al* zu finden, wobei ich ein für allemal anzeige, daſs ich hier und bei allen folgenden Kalkuls der mehreren Einfachheit wegen $g = 1$ und $p = 1$ annehme, woraus folgt, daſs $\sqrt{2}$ der Ausdruck für die Kante seyn wird.

Es sey nun *adcb* (Fig. 40) dieselbe Fläche, als die in der Fig. 37. Sie sey in eine Menge kleiner Quadrate getheilt, welche die äuſseren Flächen von eben so vielen Moleküls vorstellen. Man ziehe *ar* nach der Richtung der schiefen Diagonale, darauf *eh* und *io* mit der horizontalen Diagonale *db* parallel, und endlich *ef*, *ih*, *km* und *do* parallel mit den decreszirenden Seitenkanten der aufgeschichteten Blättchen.

Man sieht leicht ein, daſs *az* der Ueberschuſs in der Breite von einem Blättchen zum andern nach der Richtung von *ar* in dem Falle seyn wird, wenn nur eine einzige Reihe subtrahirt ist. Weil aber die Dreiecke *azf* und *ezr* einander ähnlich sind, so haben wir $az : af = zr : er$. Aber $af = \frac{1}{2}(er)$. Folglich $az = \frac{1}{2}(zr) = \frac{1}{3}(ar) = \frac{2}{3}(au)$. Wenn also n die Anzahl der subtrahirten Reihen ausdrückt, so ist al (Fig. 39) $= n \times \frac{2}{3}(au)$ (Fig. 40) $= n \times \frac{2}{3} \times 2$, weil $p = 1$ ist. Folglich ist

$$al \text{ (Fig. 39)} : lk = \tfrac{4}{3}n : \sqrt{2}.$$

Wir wollen ein zweites Messungsdreieck nach der Richtung der horizontalen Diagonale annehmen, wobei ich bemerke, daſs man ein Dreieck dieser Art sich in der Lage einer Ebene vorstellen kann, in welcher man will, vorausgesetzt, daſs seine Basis mit der Fläche der Kerngestalt zusammenfällt, auf welcher die Decreszenz vor sich geht, und daſs seine Hypothenuse, im Falle es ein rechtwinkeliges Dreieck wäre, sich wie hier, in der Ebene der durch die Decreszenz hervorgebrachten Fläche befindet.

Um die Lage des Dreiecks, von dem hier die Rede ist, recht gut einsehen zu können, wollen wir zuerst zu der Voraussetzung wieder zurück gehen, daſs nur eine Reihe subtrahirt sey, und uns vorstellen, daſs die beiden kleinen Rechtecke $eitx$ und $fxrh$, welche eben sowol, wie alle andere, ganz hinten im Vierecke $adcb$ (Fig. 40) gelegen sind, sich unter einander parallel zu der Höhe eines Moleküls erheben, in welchem Falle sie mit der oberen Oberfläche des ersten aufgeschichteten Blättchens in einerlei Ebene liegen werden. $e'i't'x'$ und $f'x'r'h'$ u. s. f. (Fig. 41) mögen diese so in die Höhe gerichteten Rechtecke vorstellen. Wenn wir das Messungsdreieck auf der Oberfläche dieser Rechtecke annehmen, wie wir dies ja thun können, so wird $e'h'$ die Grundlinie dieses Dreiecks. Wir wollen uns ferner vorstellen, daſs die Rechtecke $e'i't'x'$ und $f'x'r'h'$ fest bleiben; die Rechtecke $k'i't's'$, $t'x'r'p'$, $r'h'm'q'$ aber und alle andere, die man sich hinter diesen gelegen vorstellen muſs, sich von neuem um eben so viel erheben, als die Höhe eines Moleküls beträgt; in

diesem Falle werden sie mit der oberen Oberfläche der zweiten aufgesetzten Schicht in einerlei Ebene liegen. Es sey $e'h'$ (Fig. 42) dieselbe Linie wie in Fig. 41. Man sieht leicht ein, daſs der Punkt h' über dem Rechtecke $r'h'm'q'$ nach h'' (Fig. 42) versetzt seyn wird, so daſs $h'h''$ eine Molekülskante vorstellen muſs, und zugleich eine von den Seitenlinien des Messungsdreieckes wird, weil die durch die Decreszenz hervorgebrachte Fläche nothwendiger Weise durch die Punkte $e'h''$ gehen muſs, so daſs die Linie $e'h''$, wenn man sie wirklich zieht, mit dieser Fläche zusammenfällt.

Hieraus müssen wir schlieſsen, daſs die Grundlinie $e'h'$ (Fig. 41 und 42) des Messungsdreiecks in dem Falle, daſs nur eine Reihe subtrahirt ist, zwei horizontalen Molekülsdiagonalen gleich seyn wird. Wenn aber zwei Reihen subtrahirt sind, in welchem Falle die geraden Linien ih und do (Fig. 40) den Seitenkanten der beiden folgenden aufgeschichteten Blättchen korrespondiren, so wird die Grundlinie des Messungsdreiecks, die mit io eine korrespondirende Lage hat, vier Molekülsdiagonalen gleich seyn u. s. f. Die Seite $h'h''$ (Fig. 42) des Messungsdreieckes wird immer einer Molekülskante gleich bleiben.

Wenn im Allgemeinen n die Anzahl der subtrahirten Reihen (m) ausdrückt, so hat man

$$e'h' : h'h'' = 2n \times 2 : \sqrt{2} = 4n : \sqrt{2}.$$

m) Wir nehmen an, daſs das Dreieck $e'h'h''$ so lange im Allgemeinen das Messungsdreieck bei einem gewissen speciellen Falle bedeutet.

96. Wenn alles auf diese Weise eingerichtet ist, so wollen wir nunmehr das Verhältnifs zwischen den beiden halben Diagonalen g' und p' des sekundären Rhombeëders bestimmen.

Es sey *an* (Fig. 43) dieselbe Linie wie in der Fig. 39 und *nt* (Fig. 43) dieselbe Linie wie in der Fig. 38. Wenn nun das Dreieck *ant* ganz vollkommen gezeichnet ist, so hat man folgende Proportion

$$at : nt = p' : \sqrt{\tfrac{1}{3} g'^2}.$$

Kennt man also *nt* und *at*, so wird man die Werthe für p' und g' leicht bestimmen können. Wir wollen jetzt *nt* suchen.

In den ähnlichen Dreiecken *ups* und *nts* (Fig. 38) hat man $us : pu = ns : nt$.

Wir müssen nun nach und nach *pu*, *us* und *ns* suchen.

1) Für *pu*.

Es sey *pu* (Fig. 44) dieselbe Linie wie in der Fig 38, und *po* (Fig. 44) dieselbe Linie als in der Fig. 39. Wenn man *ou* (Fig. 44.) gezogen hat, so erhält man das Dreieck *upo*, das dem Dreiecke $e'h'h''$ (Fig. 42) ähnlich seyn wird. Es ist also

$$e'h' : h'h'' = pu : po.$$

Wir wissen aber schon, dafs $e'h' : h'h'' = 4n : \sqrt{2}$ ist, Es bleibt daher noch *po* zu suchen übrig.

In den ähnlichen Dreiecken *alk* und *apo* (Fig. 39) ist

$$al : lk = ap : po.$$

Aber $\frac{4}{3}n : \sqrt{2} = 1 : po$. Also $po = \frac{1}{n}\sqrt{\frac{9}{8}}$.

Aus der Proportion $e'h' : h'h'' = pu : po$ wird also

$$4n : \sqrt{2} = pu : \frac{1}{n}\sqrt{\frac{9}{8}}.$$

Folglich $pu = 3$ (n).

2) Für us.

$us = \sqrt{(pu)^2 + (ps)^2}$. Aber $(pu)^2 = 9$. Also dürfen wir nur noch ps suchen.

ps (Fig. 39.) $= pz + sz$. Diese beiden Gröſsen müssen wir nach und nach bestimmen.

1) Für pz. In den ähnlichen Dreiecken nrp und poz ist $nr : pn = oz : pz$. Weil aber der Punkt r in der Mitte der Axe at liegt und an der dritte Theil dieser Axe ist, so hat man $nr = \frac{1}{2}at - \frac{1}{3}at = \frac{1}{6}at = \frac{1}{6}\sqrt{6} = \sqrt{\frac{1}{6}}$; $pn = \sqrt{\frac{1}{3}}$. Wir müssen also noch oz suchen.

In eben den Dreiecken ist

$$pr : nr = po : oz.$$

Oder $\sqrt{\frac{1}{2}}\left(= \tfrac{1}{2}tx\right) : \sqrt{\frac{1}{6}} = \frac{1}{n}\sqrt{\frac{9}{8}} : oz.$

Folglich $oz = \frac{1}{n}\sqrt{\frac{3}{8}}$.

Aus der Proportion $nr : pn = oz : pz$ wird also

$$\sqrt{\frac{1}{6}} : \sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{1}{n}\sqrt{\frac{3}{8}} : pz.$$

(n) Wir werden in der Folge auf diese Gröſse wieder zurück kommen, um zu zeigen, wie beständig sie ist.

Folglich $pz = \frac{1}{n}\sqrt{\frac{3}{4}}$.

2) Für sz. In den Dreiecken ans und ozs ist

$$an : nz + sz\ (= ns) = oz : zs.$$

$$an = \sqrt{\frac{2}{3}};\ nz = np + pz = \sqrt{\frac{1}{3}} + \frac{1}{n}\sqrt{\frac{3}{4}}.$$

$$oz = \frac{1}{n}\sqrt{\frac{3}{8}}.$$

Die Proportion wird also so stehen

$$\sqrt{\frac{2}{3}} : \sqrt{\frac{1}{3}} + \frac{1}{n}\sqrt{\frac{3}{4}} + sz = \frac{1}{n}\sqrt{\frac{3}{8}} : sz.$$

Nimmt man die Produkte der beiden äuſseren und der beiden mittleren Glieder, und transponirt, so erhält man

$$sz\sqrt{\frac{2}{3}} - sz.\ \frac{1}{n}\sqrt{\frac{3}{8}} = \frac{1}{n}\sqrt{\frac{1}{8}} + \frac{1}{n^2}\sqrt{\frac{9}{32}}.$$

Folglich ist $sz = \dfrac{\frac{1}{n^2}\sqrt{\frac{9}{32}} + \frac{1}{n}\sqrt{\frac{1}{8}}}{\sqrt{\frac{2}{3}} - \frac{1}{n}\sqrt{\frac{3}{8}}}$.

Nimmt man nun die Werthe für pz und sz zusammen,

so hat man $ps = \frac{1}{n}\sqrt{\frac{3}{4}} + \dfrac{\frac{1}{n^2}\sqrt{\frac{9}{32}} + \frac{1}{n}\sqrt{\frac{1}{8}}}{\sqrt{\frac{2}{3}} - \frac{1}{n}\sqrt{\frac{3}{8}}}$

$$= \frac{\frac{1}{n}\sqrt{\frac{1}{2}} - \frac{1}{n^2}\sqrt{\frac{9}{32}} + \frac{1}{n^2}\sqrt{\frac{9}{32}} + \frac{1}{n}\sqrt{\frac{1}{8}}}{\sqrt{\frac{2}{3}} - \frac{1}{n}\sqrt{\frac{3}{8}}}$$

$$= \frac{\frac{1}{n}\sqrt{\frac{1}{2}} + \frac{1}{n}\sqrt{\frac{1}{8}}}{\sqrt{\frac{2}{3}} - \frac{1}{n}\sqrt{\frac{3}{8}}} = \frac{\frac{1}{n}\sqrt{\frac{1}{2}} + \frac{1}{n}\sqrt{\frac{1}{8}}}{\frac{1}{n}\sqrt{\frac{2n^2}{3}} - \frac{1}{n}\sqrt{\frac{3}{8}}}$$

$$= \frac{\sqrt{\frac{1}{2}} + \sqrt{\frac{1}{8}}}{\sqrt{\frac{2n^2}{3}} - \sqrt{\frac{3}{8}}} = \frac{\sqrt{\frac{12}{24}} + \sqrt{\frac{3}{24}}}{\sqrt{\frac{16n^2}{24}} - \sqrt{\frac{9}{24}}} = \frac{\sqrt{12} + \sqrt{3}}{4n - 3}$$

$$= \frac{2\sqrt{3} + \sqrt{3}}{4n - 3} = \frac{3\sqrt{3}}{4n - 3} = \frac{\sqrt{27}}{4n - 3}.$$

Wir hatten vorhin $pu = 3$. Also ist

$$us = \sqrt{9 + \frac{27}{16n^2 - 24n + 9}} = \frac{6\sqrt{4n^2 - 6n + 3}}{4n - 3}.$$

3) Für ns.

$$ns = pn + ps = \sqrt{\frac{1}{3}} + \frac{\sqrt{27}}{4n - 3} = \frac{4n\sqrt{\frac{1}{3}} - \sqrt{3} + \sqrt{27}}{4n - 3}$$

$$= \sqrt{3}\,\frac{(4n\sqrt{\frac{1}{3}} - \sqrt{3} + \sqrt{27})}{(4n - 3)\sqrt{3}}$$

$$= \frac{4n\sqrt{3}.\sqrt{\frac{1}{3}} - \sqrt{3}.\sqrt{3} + \sqrt{3}.\sqrt{27}}{(4n - 3)\sqrt{3}} = \frac{4n + 6}{(4n - 3)\sqrt{3}}.$$

Aus der Proportion $us : pu = ns : nt$ wird also folgende

$$\frac{6\sqrt{4n^2 - 6n + 3}}{4n - 3} : 3 = \frac{4n + 6}{(4n - 3)\sqrt{3}} : nt,$$

Folglich $nt = \dfrac{2n + 3}{\sqrt{3(4n^2 - 6n + 3)}}$.

Aber at (Fig. 43) $= \sqrt{nt^2 + an^2}$

$$= \sqrt{\frac{4n^2 + 12n + 9}{12n^2 - 18n + 9} + \frac{2}{3}} = \sqrt{\frac{4n^2 + 5}{4n^2 - 6n + 3}}.$$

Es ist also

$$p' : \sqrt{\tfrac{1}{3}g'^2} = \sqrt{\frac{4n^2+5}{4n^2-6n+3}} : \frac{2n+3}{\sqrt{3(4n^2-6n+3)}}$$

$= \sqrt{4n^2+5} : \dfrac{2n+3}{\sqrt{3}}$. Hieraus folgt

$$g' : p' = 2n + 3 : \sqrt{4n^2+5}.$$

97. Man mache $n = \dfrac{3}{2}$, so hat man $g' : p'$ $\sqrt{18} : \sqrt{7}$. Nach diesem Gesetze sind die Dreiecke gebildet, welche je drei und drei die Kanten der kubischen Kerngestalt beim triakontaëdrischen Schwefelkies zusammensetzen, welches ich in der Folge noch weitläuftiger zeigen werde.

In eben diesem Falle ist pu (Fig. 38.) : ps $= 3 : \sqrt{\dfrac{27}{3}} = \sqrt{3} : 1$. Das heifst der Winkel pus ist $= 30°$. Folglich ist auch $\beta\delta g = 30°$; hieraus folgt $\delta g = \tfrac{1}{2}\beta g = \tfrac{1}{2}\delta z$, und folglich liegt das Dreieck $\beta\delta\varepsilon$ dergestalt, dafs seine Winkel mit dem dritten Theile der Seitenlinien des Dreiecks qgz korrespondiren. Dies Resultat wird uns von grofsem Nutzen seyn, wenn wir vom gesammtdecreszirenden (*pantogène*) Eisenkies reden werden.

98. Wenn man nach und nach für n verschiedene Werthe annimmt, die an Gröfse immer zunehmen, so werden die Flächen des sekundären Rhomboëders sich denen der Kerngestalt immer mehr und mehr nähern und endlich damit zusammenfallen; zu gleicher Zeit wird aber der durch eine jede Reihe z. B. gq (Fig. 38) des Dreiecks gqz mit der korrespondirenden Seite bd des

Dreiecks dbx gebildete Winkel immer kleiner und kleiner werden. Ueber einen gewissen Punkt hinaus wird die Linie pu aus dem ersten Dreieck herausgehen, und die verlängerte Linie gq schneiden, doch so, daſs sie beständig denselben Werth behält.

Wenn man aber im Gegentheile annimmt, daſs die Werthe für n immer kleiner werden, und auf einanderfolgende Decreszenzen vorstellen, die nach der Richtung der Höhe immer gröſser werden, so wird der durch gq und db gebildete Winkel von selbst gröſser werden, und über einen gewissen Punkt hinaus wird eine jede von den durch die mittlere Decreszenz hervorgebrachten Flächen sich gegen eine von den Flächen der Kerngestalt zurük wenden, die der, auf welcher die Decreszenz ihren Anfang nahm, am nächsten liegt. So könnte man glauben, die Seite gq habe sich so gedreht, daſs sie sich der parallelen Lage mit xd immer mehr und mehr nähere; wenn nun beide parallel geworden sind, wie man dies in der Fig. 46 sieht, so kann man das sekundäre Rhomboëder als durch eine gewöhnliche Decreszenz auf den oberen Ecken entstanden ansehen, wobei die mittlere Decreszenz bloſs die Wirkung unterstützt.

99. In diesem Falle wird $n = \frac{1}{2}$ seyn. Wenn man diesen Werth für n in dem Verhältnisse $2n + 3 : \sqrt{4n^2 + 5}$ substituirt, so findet man

$$g' : p' = 4 : \sqrt{6} = \sqrt{8} : \sqrt{3}.$$

Dies Verhältniſs bekommt man alsdenn, wenn man sich zwei Reihen nach der Richtung der Breite subtrahirt

vorstellt. Dieser Fall findet bei den Facetten statt, welche bei dem dreifach enteckten Analcim (*Analcime triépointé*) je drei und drei die Stelle der Ecken bei der kubischen Kerngestalt dieses Fossils ersetzen.

Nach eben dieser Voraussetzung findet man nt oder $nt' = 4\sqrt{\frac{1}{3}}$, und zieht man nun bn, welche Linie eine Verlängerung von $t'n$ ist, so hat man $bn = 2\sqrt{\frac{1}{3}}$ und $bp' = 3\sqrt{\frac{1}{3}}$. Aber $p't' = nt' - np' = 4\sqrt{\frac{1}{3}} - \sqrt{\frac{1}{3}}$ $= 3\sqrt{\frac{1}{3}}$. Also $p't' = bp'$. Also auch $du = bd = 2$. Also $pu = 3$, welches auch dem für diese Linie gefundenen allgemeinem Werthe zufolge der Fall seyn muſs.

100. Wenn man $n = 2$ macht, so findet man

$$g' : p' = 7 : \sqrt{21} = \sqrt{7} : \sqrt{3}.$$

Dies Resultat ist bis jetzt noch bloſs hypothetisch, es verdient aber angeführt zu werden, weil es uns einen Uebergang vom Würfel zum Rhomboëder, das dem der Kerngestalt des Turmalins vollkommen ähnlich ist, darbietet.

Von den zusammengesetzten sekundären Krystallen, die sich auf das Rhomboëder beziehen.

101. Die zusammengesetzten sekundären Gestalten vorzüglich diejenigen, welche ein Rhomboëder zur Kerngestalt haben, sind mehrentheils nur eine Verbindung von mehreren einfachen Gestalten, die bei einigen eigenthümlichen Varietäten desselben Fossils auch sehr häufig allein vorkommen. Wenn die zu einer jeden derselben gehörigen Facetten der Oberfläche, welche sie mit bilden

helfen, nahe genug kommen und groſs genug sind, daſs man ihre wechselseitigen Neigungswinkel messen kann, so läſst sich der zusammengesetzte Krystall durch die bloſse Berechnung dieser Neigungen, welche immer einfach und leicht ist, bestimmen. Zuweileu ist es aber nothwendig und oft auch nützlich, die Neigungen der Facetten einer Ordnung gegen die einer andern Ordnung anzugeben. Ja es giebt zuweilen Fälle, wo es interessiren kann, die Gröſse der ebenen Winkel dieser Facetten zu kennen; und, um diese beide Arten von Aufgaben auflösen zu können, muſs man geübt genug seyn, die Resultate der Durchschneidungen mehrerer nach verschiedenen Richtungen gegen einander geneigten Flächen einzusehen und zu bestimmen. Beim Rhomboëder hat man noch den Vortheil, daſs man diesee Bestimmung analytisch anstellen kann, wobei man auf die Verhältnisse zwischen der Gröſse des Systems von Linien, die zu einem solchen Krystall gehören, Rücksicht nimmt.

102. Ich will mich hier bloſs auf ein einziges Beispiel einschränken, das ich von der Gattung des kohlengesäuerten Kalkes entlehne, und zwar werde ich die Varietät nehmen, welche ich analogievoll (*analogique*) genannt habe, weil dieser Krystall so sehr viele Eigenschaften mit andern gemein hat.

Die eben genannte Varietät entlehnt vom prismatischen kohlengesäuerten Kalk sechs vertikale Flächen, vom winkelübertragenen (*métastatique*) zwölf Flächen, welche, je sechs und sechs, auf der einen und der andern Seite der vorigen befindlich sind, und vom gleichaxigen (*équiaxe*) sechs Endflächen, von denen sich drei

an

an jedem Ende befinden. Diese verschiedenen Flächen haben eine so vortheilhafte Lage, daſs eine auf andere Weise erlangte Kenntniſs von den Winkeln, welche die Flächen einer und derselben Ordnung mit einander bilden, schon allein hinreichen würde, die Gesetze der Decreszenz zu erhärten, von denen der Krystall abhängt. Wenn man aber auf diese Kenntniſs ganz und gar keine Rücksicht nimmt, so werde ich hier zeigen, wie man die ebenen Winkel der verschiedenen Flächen und dann die Neigungen der Flächen einer Ordnung gegen die der daran gränzenden Ordnung bestimmt.

Es sey *criz* (Fig. 47) eine von den vertikalen Flächen; $c\gamma pr$ und $c\varepsilon sz$ zwei von den Flächen, die zur winkelübertragenen Varietät gehören, und $\gamma c\varepsilon\mu$ eine von den Flächen des gleichaxigen Krystalles.

dof, *qof*, *duf*, *quf* sollen ferner vier Flächen des winkelübertragenen und vollkommnen Krystalles seyn. Man ziehe die Axe *ou*, die beiden Diagonalen *ci*, *rz* des Trapezoïds *criz*, die groſse Diagonale γr des Trapezoïds $c\gamma pr$, und die beiden Diagonalen $c\mu$, $\gamma\varepsilon$ des Trapezoïds $\gamma c\varepsilon\mu$.

Wir wollen bei *criz* anfangen. Wenn die Punkte *r* und *z* in der Mitte der Kanten *df* und *qf* liegen, welche sowohl dem winkelübertragenen Krystall als auch der Kerngestalt angehören, so sieht man leicht ein, daſs $rz = g = \sqrt{3}$ seyn muſs.

Es ist also $rh = \sqrt{\frac{3}{4}}$. Es sey *h* (Fig. 48) derselbe Punkt wie in der Fig. 47. Wenn wir *hc* (Fig. 48) mit der Axe parallel ziehen, so wird auch diese Linie

mit der in der Fig. 47 übereinstimmen. Der Punkt h (Fig. 48) liegt aber bei $\frac{1}{4}$ der schiefen Diagonale ft; es ist also $fh = \frac{1}{2} p$. Aber $fh : ft = hc : to$. Ferner ist $to = 2a = 6$. Die Proportion wird also so stehen

$$\tfrac{1}{2} : 2 = hc : 6. \text{ Folglich } hc = \tfrac{3}{2}.$$

Es verhält sich daher $rh : hc = \sqrt{\frac{3}{4}} : \frac{3}{2} = 1 : \sqrt{3}$. Das Dreieck rcz ist daher gleichseitig.

Ferner kommt hi (Fig 48) mit der Linie in der Fig. 47 überein, und wenn man die ähnlichen Dreiecke fhi und ftu (Fig. 48) mit einander vergleicht, so findet man $hi = \frac{1}{4}\, tu = \frac{3}{4}$. Folglich ist hi (Fig. 47) $= \frac{1}{2}\, hc$. Diesen Angaben zufolge hat man $rcz = 60°$; cri oder $czi = 100° \; 53' \; 37''$ und $riz = 98° \; 12' \; 46''$.

Nun wollen wir das Trapezoïd $\gamma c \iota \mu$ untersuchen. Die Linien ou, of, uf, $c\mu$ (Fig. 49) sollen mit den eben sogenannten Linien in der Fig. 47 übereinstimmen; durch den Punkt ζ (Fig. 49), der mit dem in der Fig. 47 übereinkommt, ziehe man $o\zeta$ (Fig. 49) und verlängere diese Linie, so weit man will. Offenbar wird sich diese Linie in der Ebene $\gamma o \iota$ (Fig. 47), oder welches einerlei ist, in der Ebene doq befinden. Sie durchschneidet also die Diagonale von d nach q in der Mitte. Es sey ϑ (Fig. 49) dieser Mittelpunkt. Man setze $\vartheta\phi$, $c\sigma$, $\zeta\nu$ senkrecht auf die Axe, und ziehe hernach $c\tau$ senkrecht auf $c\sigma$. Es kommt nun darauf an, zu zeigen, daſs $c\zeta = 2\zeta\mu$.

In den ähnlichen Dreiecken $c\tau\zeta$ und $c\sigma\mu$ hat man $c\tau : \tau\nu = c\zeta : \zeta\mu$. Wenn es also bewiesen ist,

dafs $c\tau = 2\tau\sigma$ ist, so mufs $c\zeta = 2\zeta\mu$ seyn. Wir wollen nun nach und nach die Werthe für $c\tau$ und $\tau\sigma$ suchen.

1) Für $c\tau$.

$$c\tau = c\lambda + \lambda\tau.$$

$$c\lambda = c\sigma - \sigma\lambda.$$

Um den Werth für $\lambda\sigma$ zu erhalten, bemerke ich, dafs die Linie $\vartheta\varphi$ die halbe Perpendikellinie auf der Axe in Rücksicht auf eins von den untern Rhomben der Kerngestalt ist; sie hat übrigens mit gn (Fig. 48) einerlei Lage. Es ist also $o\varphi$ (Fig. 49) $= og$ (Fig. 48) $= oa + ag = 3 + 2 = 5$.

Ferner ist $\vartheta\varphi$ (Fig. 49) $= \sqrt{\frac{1}{3}g^2} = 1$. In den ähnlichen Dreiecken $o\sigma\lambda$ und $o\varphi\vartheta$ ist aber

$$o\sigma : \sigma\lambda = o\varphi : \varphi\vartheta = 5 : 1.$$

Wir müssen noch $o\sigma$ suchen. Wenn wir vom Punkte c (Fig. 48) eine Perpendikellinie auf der Axe herablassen, so wird sie an das äufserste Ende a dieser Axe fallen. Denn $cf = \frac{1}{4}of$. Weil nun ca mit fr parallel ist, so wird $ar = \frac{1}{4}or$ seyn. Folglich $ar = \frac{1}{3}ao$, woraus folgt, dafs der äufserste Punkt a der Perpendikellinie mit dem der Axe der Kerngestalt zusammenfällt. Weil nun die Linie $c\sigma$ (Fig. 49) mit ca (Fig. 48) korrespondirt, so hat der Punkt σ (Fig. 49) eine solche Lage, dafs $o\sigma$ der Ueberschufs der Axe des winkelübertragenen Krystalles über die der Kerngestalt ist. Folglich $o\sigma = 3$. Aus der Proportion $o\sigma : \sigma\lambda = 5 : 1$ wird also folgende $3 : \sigma\lambda = 5 : 1$. Folglich $\sigma\lambda = \frac{3}{5}$.

Nun wollen wir $c\sigma$ oder die eben so grofse Linie $a\epsilon$

(Fig. 48) suchen. Es ist $or : fr = ao : ac$. Oder $4 : 2 = 3 : ac$. Folglich $ac = \frac{3}{2} = c\sigma$. Die Gleichung $c\lambda = c\sigma - \sigma\lambda$ wird also $c\lambda = \frac{3}{2} - \frac{3}{5} = \frac{9}{10}$.

Nun muſs noch $\lambda\tau$ gesucht werden. In den ähnlichen Dreiecken $c\tau\zeta$ und $c\sigma\mu$ ist $c\tau : \tau\zeta = c\sigma : \sigma\mu$. Oder $c\lambda + \lambda\tau : \tau\zeta = c\sigma : \sigma\mu$. Aber $\tau\zeta = 5\lambda\tau$, weil diese Gröſsen mit $o\varsigma = 3$ und $\sigma\lambda = \frac{3}{5}$ proportional sind.

Wenn man ferner g' und p' die beiden halben Diagonalen der gleichaxigen Varietät nennt, so erhält man folgende Proportion

$$c\sigma : \sigma\mu = \sqrt{\tfrac{1}{3}g'^2} : \tfrac{1}{3}\sqrt{9p'^2 - 3g'^2}$$

$$= \sqrt{\tfrac{1}{3}.12} : \tfrac{1}{3}\sqrt{9.5 - 3.12} = \sqrt{4} : \sqrt{1} = 2 : 1.$$

Endlich ist noch $c\lambda = \frac{9}{10}$. Aus der Proportion $c\lambda + \lambda\tau : \tau\zeta = c\sigma : \sigma\mu$ wird also $\frac{9}{10} + \lambda\tau : 5\lambda\tau = 2 : 1$. Hieraus folgt $\lambda\tau = \frac{1}{10}$.

Substituirt man also an der Stelle von $c\lambda$ und $\lambda\tau$ ihre Werthe in der Gleichung $c\tau = c\lambda + \lambda\tau$, so erhält man $c\tau = \frac{9}{10} + \frac{1}{10} = 1$.

2) Für $\tau\sigma$.

$$\tau\sigma = c\sigma - c\lambda - \lambda\tau = \tfrac{3}{2} - \tfrac{9}{10} - \tfrac{1}{10} = \tfrac{5}{10} = \tfrac{1}{2}.$$

Folglich $c\tau = 2\tau\sigma$. Demnach auch $c\zeta = 2\zeta\mu$, welches zu beweisen war. Weil nun aber $\zeta\mu$ (Fig. 47) $: \gamma\zeta = \sqrt{5} : \sqrt{12}$ ist, so haben wir $c\zeta : \gamma\zeta = \sqrt{20} : \sqrt{12} = \sqrt{5} : \sqrt{3}$, welches genau das Verhältniſs zwischen den beiden halben Diagonalen der winkelvertauschten Varietät (*inverse*) ist. Von den beiden Dreiecken $\varepsilon\mu\gamma$ und $\varepsilon c\gamma$ gehört also eins zur gleichaxigen, das andere zur winkelvertauschten Varietät, und die beiden

Höhen $c\zeta$ und $\mu\zeta$ dieser Dreiecke stehen gegen einander in demselben Verhältnisse, als die Höhen ch und ih der Dreiecke, welche das Trapezoïd $ircz$ bilden.

Wir wollen zum Trapezoïd $c\gamma pr$ übergehen, und die Werthe der drei Seitenlinien des Dreiecks $c\gamma r$ suchen.

1) Für $c\gamma$.

$c\gamma = \sqrt{(c\zeta)^2 + (\gamma\zeta)^2}$, $c\zeta$ (Fig. 49) $= \sqrt{(c\tau)^2 + (\tau\zeta)^2}$
$= \sqrt{(c\tau)^2 + (5\lambda\tau)^2} = \sqrt{1 + \frac{25}{100}} = \sqrt{1 + \frac{1}{4}} = \sqrt{\frac{5}{4}}$.

Ferner ist $\gamma\zeta$ (Fig. 47) : $c\zeta = \sqrt{3} : \sqrt{5}$.

Oder $\gamma\zeta : \sqrt{\frac{5}{4}} = \sqrt{3} : \sqrt{5}$.

Folglich $\gamma\zeta = \sqrt{\frac{3}{4}}$.

Also $c\gamma = \sqrt{\frac{5}{4} + \frac{3}{4}} = \sqrt{2}$.

2) Für cr.

$cr = \sqrt{(ch)^2 + (hr)^2} = \sqrt{\frac{9}{4} + \frac{3}{4}} = \sqrt{3}$.

3) Für γr. Wenn man durch die Linie $\gamma\varepsilon$ eine auf der Axe senkrechte Ebene legt, so wird diese Ebene die Axe im Punkte ν (Fig. 49) schneiden. Wir müssen den Werth für $o\nu$ suchen. Es ist $o\nu = o\sigma - \sigma\nu = o\sigma - \tau\zeta = o\sigma - 5\lambda\tau = 3 - \frac{5}{10} = \frac{5}{2}$. Aber die Axe $ou = 9 = \frac{18}{2}$. Folglich befindet sich der Punkt γ (Fig. 47), der eben so hoch ist wie der Punkt ν (Fig. 49), gerade über den $\frac{5}{18}$ Theil der Axe. Aber der Punkt d (Fig. 47 und 48) liegt gerade über dem $\frac{5}{9}$ Theil der Axe, weil $og = 5$. Folglich befindet sich der Punkt γ (Fig. 47) in der Mitte der Kante od. Aber der Punkt r liegt in der Mitte der Kante df. Folglich $\gamma r = \frac{1}{2} of = \frac{1}{2} \sqrt{(or)^2 + (fr)^2}$ (Fig. 48) $= \frac{1}{2} \sqrt{16 + 4} = \sqrt{5}$.

Ferner ist $cr = \sqrt{3}$ und $c\gamma = \sqrt{2}$. Hieraus müssen wir schliefsen, 1) dafs der Winkel $\gamma c r$ ein rechter Winkel ist; 2) dafs das Dreieck $c \gamma r$ dem vierten Theile von einer von den Flächen der Kerngestalt, welche durch die beiden Diagonalen getheilt werden, gleich und ähnlich ist.

Da wir schon wissen, dafs der Winkel $\gamma c r = 90^\circ$ ist, so brauchen wir nur noch die Winkel $\gamma p r$ und $c \gamma p$ zu suchen.

1) Für den Winkel $\gamma p r$. Dieser ist der Supplementswinkel von dpr. Wir wissen aber, dafs im Dreiecke rpd die Linie $dr = \frac{1}{2} df = \frac{1}{2}\sqrt{5}$ ist; ferner $pr = ir = \sqrt{(hr)^2 + (hi)^2} = \sqrt{\frac{3}{4} + \frac{9}{16}} = \frac{1}{4}\sqrt{21}$. Folglich ist $dr : pr = \sqrt{20} : \sqrt{21}$.

Ferner mufs der Winkel pdr, welcher zu einer von den Flächen des winkelübertragenen Krystalles gehört, für bekannt angesehen werden, und er ist $= 54^\circ\ 27'\ 30''$. Diesen Angaben zufolge findet man $dpr = 52^\circ\ 34'\ 7''$, woraus $\gamma p r = 127^\circ\ 25'\ 53''$ folgt.

2) Für den Winkel $c \gamma p$. Dieser Winkel besteht aus den beiden Winkeln $c \gamma r$ und $p \gamma r$, von denen der erstere halb so grofs ist als der stumpfe Winkel des primitiven Rhombus, d. h. also $= 50^\circ\ 46'\ 6''$. Es mufs nun noch $p \gamma r$ gefunden werden, welches man sehr leicht erfährt, indem man weifs, dafs $\gamma p r = 127^\circ\ 25'\ 53''$, $pr = \frac{1}{4}\sqrt{21}$ und $\gamma r = \sqrt{5}$ ist. Hieraus ergiebt sich $p \gamma r = 24^\circ\ 0'\ 24''$, und wenn man diesen Werth zu dem von $c \gamma r$ addirt, so findet man $c \gamma p = 74^\circ\ 46'\ 30''$. Der vierte Winkel crp ist also $= 67^\circ\ 47'\ 37''$.

Nun müssen wir noch den Neigungswinkel von $c\gamma pr$ gegen $czir$ und den von $c\gamma\mu s$ gegen $c\gamma pr$ bestimmen.

1) In Rücksicht auf die Neigung von $c\gamma pr$ gegen $czir$.

Es sey rcz (Fig. 50) dasselbe Dreieck als das in der Fig. 47. Man ziehe die Linie cn (Fig. 50), welche mit cf (Fig. 47) einerlei Lage hat, und verlängere sie so weit, daſs die Linien rn und zn an dem einen Ende derselben darauf senkrecht stehen. Man ziehe auch ch, welche Linie die Höhe des Dreiecks rcz darstellt; ferner nh, und dann ng senkrecht auf cr, na senkrecht auf ch und endlich ag. Der Winkel nga oder der Neigungswinkel der Fläche ncr gegen crz ist zugleich auch der Supplementswinkel des Neigungswinkels für die Flächen $criz$ und $c\gamma pr$ (Fig. 47). Die ganze Frage reducirt sich also darauf, die Gröſse des Winkels nga (Fig. 50) zu bestimmen. Wir wollen erst nach und nach ng und na suchen.

1) Für na. Weil das Dreieck cnh ein rechtwinkliges Dreieck ist, so ist $na = \frac{cn \times hn}{ch}$.

$ch = \sqrt{\tfrac{9}{4}}$. $rh : hn = \sqrt{5} : \sqrt{3}$, weil der Winkel rnz die kleinste Neigung der Fläche des winkelübertragenen Krystalles anzeigt. Aber $rh = \sqrt{\tfrac{3}{4}}$. Folglich

$$hn = \sqrt{\frac{3 \cdot 3}{4 \cdot 5}} = \sqrt{\frac{9}{20}}; \quad cn = \sqrt{(ch)^2 - (hn)^2}$$

$$= \sqrt{\tfrac{9}{4} - \tfrac{9}{20}} = \sqrt{\tfrac{9}{5}}. \text{ Folglich } na = \frac{\sqrt{\tfrac{9}{5} \times \tfrac{9}{20}}}{\sqrt{\tfrac{9}{4}}} = \sqrt{\tfrac{9}{25}}.$$

2) Für ng. $ng = \frac{cn \times nr}{cr}$.

Wir wissen schon dafs $cn = \sqrt{\frac{9}{5}}$; $nr = \sqrt{(hr)^2 + (hn)^2}$ $= \sqrt{\frac{3}{4} + \frac{9}{20}} = \sqrt{\frac{6}{5}}$; $cr = \sqrt{(ch)^2 + (rh)^2} = \sqrt{\frac{9}{4} + \frac{4}{3}}$ $= \sqrt{3}$. Folglich $ng = \frac{\sqrt{\frac{9}{5} + \frac{6}{5}}}{\sqrt{3}} = \sqrt{\frac{18}{25}}$.

Also $ng : na = \sqrt{18} : \sqrt{9} = \sqrt{2} : 1$. Hieraus folgt $nga = 45°$, folglich ist der Neigungswinkel der Fläche $c\gamma pr$ gegen $czir = 135°$.

2) In Rücksicht auf die Neigung von $c\gamma\mu\varepsilon$ (Fig. 47) gegen $c\gamma pr$.

Es sey $\gamma c\varepsilon$ (Fig. 51) dasselbe Dreieck wie in der Fig. 47. Man ziehe die Linie $c\nu$ (Fig. 51), welche mit co (Fig. 47) einerlei Lage hat, und so lang ist, dafs die geraden Linien $\gamma\nu$ und $\varepsilon\nu$ (Fig. 51), die an dem einen Ende gezogen sind, darauf senkrecht stehen. Man ziehe auch $\nu\zeta$ senkrecht auf $\gamma\varepsilon$, $\nu\lambda$ senkrecht auf $c\zeta$, $\nu\pi$ senkrecht auf $c\zeta$ und endlich $\lambda\pi$. Der Winkel $\nu\lambda\pi$ ist der Supplementswinkel des Winkels, der die gesuchte Neigung bestimmt. Wir müssen nun nach und nach $\nu\lambda$ und $\nu\pi$ suchen.

1) Für $\nu\lambda$. $\nu\lambda = \frac{c\nu : \gamma\nu}{c\gamma}$.

Wir haben oben $c\gamma = \sqrt{2}$ gefunden. Aber $c\nu$ $= \sqrt{(c\zeta)^2 - (\zeta\nu)^2}$. Wir fanden aber auch $c\zeta = \sqrt{\frac{5}{4}}$ und ferner $\gamma\zeta = \sqrt{\frac{3}{4}}$ oder $\gamma\zeta : \zeta\nu = \sqrt{5} : \sqrt{3}$.

Also $\zeta\nu = \sqrt{\frac{9}{20}}$. Folglich $c\nu = \sqrt{\frac{5}{4} - \frac{9}{20}}$ $= \sqrt{\frac{16}{20}} = \sqrt{\frac{4}{5}}$.

$$\gamma\nu = \sqrt{(\gamma\zeta)^2 + (\zeta\nu)^2} = \sqrt{\tfrac{3}{4} + \tfrac{9}{20}} = \sqrt{\tfrac{6}{5}}.$$

Hieraus folgt $\nu\lambda = \frac{\sqrt{\frac{4}{5} \times \frac{6}{5}}}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{12}{25}}$.

2) Für $\nu\pi$.

$\nu\pi = \frac{c\nu \times \zeta\nu}{c\zeta}$. Nun ist $c\nu = \sqrt{\frac{4}{5}}$, $\zeta\nu = \sqrt{\frac{9}{20}}$

und $c\zeta \sqrt{\frac{5}{4}}$. Folglich $\pi\nu = \frac{\sqrt{\frac{4}{5} \times \frac{9}{20}}}{\sqrt{\frac{5}{4}}} = \sqrt{\frac{36}{25 \times 5}}$.

Man hat also $\gamma\lambda : \nu\pi = \sqrt{\frac{12}{25}} : \sqrt{\frac{36}{25 \times 5}} = \sqrt{5} : \sqrt{3}$.

Dies ist nun das Verhältniſs zwischen der Seite des primitiven Rhombus und der halben horizontalen Diagonale. Der Winkel $\nu\lambda\pi$ ist daher $= \frac{101^\circ\, 32'\, 13''}{2}$ $= 50^\circ\, 46'\, 6''$. Hieraus folgt, daſs der Neigungswinkel von $c\gamma\kappa\varepsilon$ (Fig. 47) gegen $c\gamma p r = 129^\circ\, 13'\, 54''$ ist.

Ich will diesen Abschnitt mit einer Untersuchung beschlieſsen, aus deren Resultate man sehen wird, wie weit sich die Mittel der Krystallisation erstrecken, um ihre Produkte zu verändern und zu vervielfachen, und wie groſs ferner die Anzahl der regelmäſsigen Körper im Innern der Erde seyn müſste, wenn die Krystallisation ihre ganze Wirksamkeit ausüben könnte. Wir wollen uns blos darauf einschränken, die Wirkungen der verschiedenen Gesetze der Decreszenz durch eine, zwei, drei und vier Reihen zu prüfen, und die An-

zahl aller Varietäten aufsuchen, welche durch die Verbindung von je einem und einem, von je zwei und zwei, von je drei und drei u. s. f. entstehen können. Diese Gesetze können nur nach der Richtung der Breite auf den obern und untern Seitenkanten und auf den Seitenecken statt finden; sie können ihre Wirkung entweder nach der Breite oder nach der Höhe auf den obern und untern Ecken äufsern, welches in allem sieben Decreszenzgesetze giebt. Um aber nichts zu übertreiben, wollen wir blofs auf diejenigen darunter Rücksicht nehmen, welche nach der Richtung der Höhe auf der untern Ecke statt finden, und ganz und gar nicht auf solche sehen, welche auf der obern Ecke vorkommen, wovon ich bis jetzt nur blofs ein einziges Beispiel beim Tetraëder gefunden habe, was sich unmittelbar auf das Rhomboëder bezog.

Wenn man nun annimmt, dafs von den sechs einfachen Decreszenzen, bei welchen wir hier stehen bleiben, eine jede nur vier Veränderungen fähig sey, so haben wir schon vier und zwanzig Körper, denen man noch den fünf und zwanzigsten für den Fall hinzufügen mufs, wenn die Flächen des sekundären Krystalles mit denen der Kerngestalt parallel laufen. Man mufs indefs bemerken, dafs die Wirkung der Decreszenzen durch eine einzige Reihe auf der unteren Ecke völlig mit der übereinstimmt, welche nach der Richtung der Breite und der Höhe geschieht, d. h., dafs der Unterschied des einen Blättchens von dem andern nach der Richtung der Breite einer halben schiefen Diagonale gleich ist; dafs aber die Verschiedenheit nach

der Richtung der Höhe mit der Dicke eines Moleküls übereinstimmt. Diese Decreszenz stimmt ferner mit der überein, die ebenfalls durch eine Reihe auf den Seitenecken bewirkt wird. Es sind also nur noch drei und zwanzig Gröfsen übrig, welche man je eine und eine, zwei und zwei u. s. f. mit einander verbinden mufs. Unter den Verbindungen der einen mit einer andern giebt es aber drei Combinationen, welche nicht statt finden, nämlich diejenigen, welche erstlich mittelst der Decreszenz durch eine Reihe auf der oberen Ecke, zweitens durch ebenfalls eine Reihe auf den unteren Kanten, und drittens durch zwei Reihen auf der unteren Ecke entstehen. Die erste Decreszenz giebt nämlich horizontale und die andern beiden vertikale Flächen, welche aber für sich allein genommen nicht bestehen können, sondern einer anderen Decreszenz bedürfen, welche ihrer Ausdehnung Gränzen zu setzen vermag. Die Anzahl aller möglichen, wirklich von einander verschiedenen Resultate würde also $2^{23} - 4 = 8 \times 388 \times 604$ seyn (o).

o) In der Formel $a^m b^0 + m a^{m-1} b + m.\frac{m-1}{2} a^{m-2} b^2$ u. s. f. soll der Coefficient m des zweiten Gliedes die Menge der möglichen Verbindungen einer Anzahl m von Gröfsen, je eine und eine, bedeuten; der Coefficient $m.\frac{m-1}{2}$ des dritten Gliedes drückt die Anzahl der möglichen Verbindungen von m Gröfsen, je zwei und zwei genommen, aus; und so kann man auf diese Weise weiter verfahren, indem man sich auf wirklich von einander verschiedene Verbindungen einschränkt. Die Summe aller Coefficienten, den des ersten

Hier hat man also die Summe von allen den verschiedenen Krystallformen, welche durch die angenommenen Decreszenzen entstehen können; sie ist aber nicht als die Summe aller der wirklich von einander verschiedenen Krystallgestalten, die durch diese Gesetze zum Vorschein kommen können, anzusehen, denn es ist immer möglich, daſs zwei einander äuſserlich ganz ähnliche Krystallgestalten durch zwei ganz verschiedene Gesetze entstehen können.

Obgleich die Summe, welche wir erhalten haben, schon sehr beträchtlich ist, so ist sie doch bei weitem nicht so groſs, als sie der Kalkul ergeben würde, wenn man die Decreszenzen nach der Höhe auf der oberen Ecke, die gemischten und mittleren Decreszenzen, ferner die durch fünf und sechs Reihen, welche zuweilen statt finden, mit in Anschlag brächte. Wir müssen übrigens vollkommen davon überzeugt seyn, daſs alle Krystallgestalten, welche durch die Annahme selbst der gewöhnlichsten und gemeinsten Decreszenzen vorhanden seyn können, auch wirklich da sind. Diese

Gliedes ausgenommen, weil dieser die Einheit ist, muſs daher die Anzahl aller möglichen, von einander verschiedenen Verbindungen von m Gröſsen, je eine und eine, je zwei und zwei u. s. f. ausdrücken. Wenn man aber die Gröſse $1 + 1$ zum Binomium annimmt, so kann die Summe der Coefficienten nicht von der Gröſse selbst verschieden seyn. Die Anzahl aller möglichen Verbindungen von m Gröſsen kann daher durch die Formel $(1 + 1)^m - 1$ oder $2^m - 1$ ausgedrückt werden. Macht man also $m = 23$, und nimmt vom Resultate 3 hinweg, so wird man $2^{23} - 4$, wie oben, zur Anzahl aller möglichen Formen erhalten.

Resultate, welche vielleicht Manchen stutzig machen können, gewähren uns die Hoffnung, alle neue Krystallgestalten, sie mögen beschaffen seyn, wie sie wollen, welche sich in der Folge den Beobachtungen der Naturforscher darbieten, mit Leichtigkeit zergliedern zu können.

Von den sekundären Gestalten, deren Kern ein Würfel ist.

104. Wir haben gesehen, daſs die Decreszenzen, wodurch die sekundären Gestalten, welche vom Rhomboëder herrühren, entstehen, eine Richtung nehmen, die durch eine einzige Axe bestimmt wird, welche durch die beiden Ecken gehen, die durch die drei gleichen Winkel gebildet werden. Beim Würfel hingegen, wo alle Ecken einander ähnlich sind, kann man drei auf einander senkrechte Axen, von denen eine jede mitten durch zwei einander entgegengesetzte Flächen geht, annehmen, so daſs die Decreszenzen, welche sich auf diese verschiedene Axen beziehen, einander ähnlich sind. Hieraus folgt, 1) daſs die sekundären Gestalten sich in ihrer natürlichsten Ansicht zeigen, wenn sie eine solche Lage haben, daſs zwei von den entgegengesetzten Flächen ihrer Kerngestalt horizontal liegen; 2) daſs die erwähnten Krystalle eine andere Lage erhalten können, ohne eine andere Ansicht zu bekommen, weil auf den verschiedenen Flächen der Kerngestalt dieselben Decreszenzen statt finden. Obgleich man also den Würfel als die Gränze

ansehen kann, der sich die Rhomboëder immer mehr und mehr nähern, je geringer nämlich der Unterschied zwischen der oberen oder der unteren Ecke und den Seitenecken wird; so behauptet er doch bei den Resultaten der Krystallisation einen eigenthümlichen besonderen Rang, und ich mufste daher die näheren Umstände, welche sich auf diesen Körper beziehen, zum Gegenstande einer besondern Untersuchung machen; vorzüglich weil dieser Körper uns mehrere Varietäten darbietet, deren Gestalt in doppelter Hinsicht interessant wird, einmal, wenn man sie für sich allein betrachtet, und zweitens wegen ihrer Analogie mit verschiedenen geometrischen Vielecken, womit wir sie vergleichen wollen.

105. Die Fig. 52 XIII Taf. stellt eine kubische Kerngestalt vor, deren Flächen durch die Linien fg, $f'g'$, $f''g''$, welche nach drei, sich unter einem rechten Winkel durchschneidenden Richtungen liegen, in zwei Theile getheilt sind. Wir wollen zwölf Decreszenzen nach der Richtung der Breite durch irgend eine gewisse Anzahl von Reihen annehmen, von denen zwei auf der Fläche $cdat$ mit fg parallel, zwei andere auf der Fläche $bdcr$ mit $f'g'$ parallel, und noch zwei andere auf der Fläche $bdah$ mit $f''g''$ parallel, statt finden. Die sechs übrigen korrespondiren je zwei und zwei den angeführten, und finden auf den Flächen statt, die den vorigen gerade entgegengesetzt sind. Wir wollen ferner annehmen, dafs die Wirkung einer jeden Decreszenz auf der andern Seite der Kante, von wo aus er entstand, fortdaure, so dafs also der zum

Grunde liegende Würfel ganz und gar verlarvt wird *p*). Das Resultat dieser Decreszenzen wird daher im Allgemeinen ein Dodecaëder mit fünfseitigen gleichen und ähnlichen Flächen (Fig. 53) seyn, von denen zwei und zwei gegen die Kanten *pr*, *om*, *en*, welche den Linien *gf*, *g'f'*, *g''f''* (Fig. 52) korrespondiren werden, geneigt sind; diese Neigungen müssen aber bis ins Unendliche verschieden seyn, je nachdem nämlich das Gesetz der Decreszenz selbst verschieden ist. Man sieht ferner auch leicht ein, dafs bei einem jeden Fünfecke, wie bei *pdnar* (Fig. 53) die vier Seiten *dp*, *dn*, *an*, *ar* einander gleich seyn müssen; denn die Grundflächen *dc*, *at*, *da* der Dreiecke *dpc*, *art*, *dna* sind einander gleich, weil sie mit dreien von den Kanten des primitiven Würfels zusammenfallen, und die Spitzen *p*, *r*, *n* dieser Dreiecke sind von den Grundflächen gleich weit entfernt, weil die Decreszenzen so symmetrisch vor sich gehen, und aus diesen Gründen sind die Dreiecke einander selbst gleich; weil sie auch überdies gleichschenkelig sind, so sieht man deutlich, dafs $dp = ar = dn = an$ seyn mufs. Die Kante *pr*, welche wir hier als die Basis des Fünfecks ansehen, mufs aber gröfser oder kleiner als eine jede von den vier andern Seitenlinien seyn, je nachdem die Decreszenz rascher oder langsamer vor sich geht.

p) Wenn man annehmen wollte, dafs die Verlängerungen von einem unmittelbaren Gesetze der Decreszenz herrührten, so ist einleuchtend, dafs dies Gesetz nach der Richtung der Höhe statt finden müfste, und daher dem ersteren gerade entgegengesetzt wäre.

Wir wollen die Höhen nx, lx der beiden Fünfecke $pdnar$ und $pcltr$ ziehen. Es sey xx' (Fig. 54) ein Schnitt des Dodecaëders, das mit diesen Höhen zusammenfällt, die hier mit eben denselben Buchstaben bezeichnet sind, Von den Linien en und il wird die eine mit der Kante en (Fig. 53), die andere mit der der vorigen entgegengesetzten Kante zusammenfallen, und die Linien ex', ix' (Fig. 54) werden die Höhen der Fünfecke seyn, welche $pdnar$ und $pcltr$ (Fig. 53) entgegengesetzt sind. Es sey $uk\gamma\mu$ (Fig. 54) ein Schnitt, der mit der kubischen Kerngestalt korrespondirt. Man ziehe xy durch die Mitte von uk, und durch den Punkt l ziehe man lz senkrecht auf die hinlänglich verlängerte Linie xy. Es sey $k\vartheta\lambda$ das zum Trapezium $ctrp$ (Fig. 53) gehörige Messungsdreieck, und n die Anzahl der decrescirenden Reihen, a' die Kante des Moleküls und a die des Kerns. Wir haben dann folgende Proportion

$$k\vartheta : \vartheta\lambda = a'n : a' = an : a.$$

Wir müssen einen allgemeinen Ausdruck für li suchen. Es ist $li = k\gamma - 2(gk) = a - 2(gk)$.

Aber in den ähnlichen Dreiecken lgk und kyx hat man

$$ky : yx = lg : gk.$$

Aber $ky = \frac{1}{2}a$; $yx = lg$.

Es ist $k\vartheta : \vartheta\lambda = ky : yx$.

Oder $an : a = \frac{1}{2}a : yx = \frac{a}{2n}$.

Aus der Proportion $ky : yx = lg : gk$ wird also

$$\tfrac{1}{2}a : \frac{a}{2n} = \frac{a}{2n} : gk = \frac{a}{2n^2}.$$

Folg-

Folglich $li = a - \frac{a}{n^2} = \frac{an^2 - a}{n^2} = pr$ (Fig. 53).

106. Wenn man $n = 1$ annimmt, so findet man $pr = \frac{0}{1}$, d. h. die Basis der Fünfecke verschwindet alsdann, und der Krystall wird ein Dodekaëder mit gleichen und ähnlichen Rautenflächen.

107. Wenn man $n = 2$ annimmt, so findet man $pr = \frac{3}{4}a$; dies ist beim dodekaëdrischen Schwefelkiese der Fall. Nach dieser Angabe kann man das Dodekaëder sehr leicht künstlich auseinander legen, wenn man die Schnitte nach dem angezeigten Würfel (Fig. 52) führt. Wenn man die Linien gf, $g'f'$, $g''f''$ und die ihnen auf den entgegengesetzten Flächen korrespondirenden zieht, so nimmt man auf einer jeden dieser Linien, z. B. auf fg, einen Theil om an, so daſs gm oder $of = \frac{1}{8}(gf)$ wird. Hierauf legt man durch om zwei schneidende Ebenen, von denen die eine das Ende m'' der Linie $o''m''$ trifft, die andere aber das der angeführten korrespondirenden Linie, welche in der $bdah$ entgegengesetzten Fläche liegt. Ferner legt man auch durch $o'm'$ zwei Ebenen, von denen die eine das Ende m der Linie om trifft, die andere aber das der korrespondirenden Linie auf der $cdat$ entgegengesetzten Fläche. Was nun noch zu thun übrig ist, ergiebt sich dann von selbst. Auf diese Weise ergeben sich zwölf schneidende Ebenen, welche das angeführte Dodekaëder zum Vorschein bringen.

108. Nun müssen wir zuvörderst das Verhältniſs zwischen der Grundlinie pr (Fig. 53) eines jeden Fünfecks und einer jeden der vier andern Seiten, z. B. lt

aufsuchen. Wir wissen schon, daſs $pr = \frac{3}{4}a$. Aber lt $= \sqrt{(tk)^2 + (kl)^2}$; $tk = \frac{a}{2}$. und $kl = \sqrt{(lg)^2 + (gk)^2}$ (Fig. 54) $= \sqrt{\frac{a^2}{4n^4} + \frac{a^2}{4n^4}} = \sqrt{\frac{a^2n^2 + a^2}{4n^4}}$.

Es ist also

$$lt = \sqrt{\frac{a^2}{4} + \frac{a^2n^2 + a^2}{4n^4}} = \sqrt{\frac{a^2n^4 + a^2n^2 + a^2}{4n^4}}$$

$= \frac{a}{8}\sqrt{21}$. Folglich $pr : lt = \frac{3a}{4} : \frac{a}{8}\sqrt{21}$ $= \sqrt{12} : \sqrt{7}$.

Die Bestimmung der Neigungswinkel der Flächen und der ebenen Winkel gegen einander ist so leicht, daſs es überflüssig wäre, uns länger dabei zu verweilen.

109. Ich habe schon an einem andern Orte bemerkt, daſs berühmte Naturforscher das Dodekaëder, mit dem wir uns eben beschäftigen, für das gehalten haben, welches die Geometrie uns kennen lehrt, worin alle Fünfecke regelmäſsig sind. Man könnte die Frage aufwerfen, ob unter allen ersinnlichen Gesetzen der Decreszenz nicht eins aufzufinden wäre, welches dieses letzte Dodekaëder hervorzubringen im Stande sey. Um diese Frage zu beantworten, darf man nur den Werth für die Grundlinie pr in irgend einem Fünfecke dem Werthe für lt gleich setzen und n suchen, das im Falle, wenn das regelmäſsige Dodekaëder möglich ist, eine Rationalzahl wird.

Wir haben also $\left(\frac{an^2 - a}{n^2}\right)^2 = \frac{a^2n^4 + a^2n^2 + a^2}{4n^4}$ (man sehe 105 u. 108). Hieraus folgt $n^4 - 3n^2 = -1$

und $n = \sqrt{\frac{3}{2} \pm \frac{1}{2}\sqrt{5}}$. Hieraus folgt, dafs die Existenz eines regelmäfsigen Dodekaëders mit allen Decreszenzgesetzen unverträglich ist, wenn man den Würfel zur Kerngestalt annimmt.

Um besser einsehen zu können, was die beiden Werthe bedeuten, die wir für n gefunden haben, wollen wir das Verhältnifs $ky : yx$ untersuchen, von denen das eine Glied der Sinus und das andere der Cosinus des halben Neigungswinkels der beiden Fünfecke $pdnar$ und $pcltr$ bedeutet. Nun ist $ky : xy = an : a = n : 1$. Ferner mufs man nun nach und nach für n seine beiden Werthe substituiren, und dann erhält man $ky : yx = \sqrt{3 + \sqrt{5}} : \sqrt{2}$, und $ky : yx = \sqrt{3 - \sqrt{5}} : \sqrt{2}$.

Dies letzte Verhältnifs findet in unserem Falle seine Anwendung, das andere gilt nur dann, wenn $gk = gl$ ist, welches der vorigen Annahme entgegengesetzt ist.

Hieraus folgt $\sqrt{3+\sqrt{5}} : \sqrt{2} = \sqrt{2} : \sqrt{3-\sqrt{5}}$, weil das Produkt der beiden äufseren Glieder dem der beiden mittleren gleich ist. Der Kalkul giebt also eine doppelte Auflösung der Aufgabe an die Hand, und zeigt, dafs das Dodekaëder sowohl durch das Verhältnifs $ky : yx$ als auch durch das Verhältnifs $gk : gl$ bestimmt wird. Dies wird man noch besser einsehen können, wenn man sich vorstellt, dafs sich die verschiedenen Fünfecke um die Kanten cd, ct, at, ad u. s. f. (Fig. 53) des primitiven Würfels gleich als um eben so viele Charniere bewegen, so dafs die Tra-

pezia *cprt* und *dpra* sich oberhalb des Vierecks *adct* erheben; dahingegen die Dreiecke *clt* und *dna* nach der entgegengesetzten Richtung herunterweichen, und so auch bei den andern Fünfecken. Man sieht leicht ein, dafs die Kanten *pr*, *om*, *en* u. s. f. während diesen Bewegungen in Rücksicht der Länge immer kürzer und kürzer werden, und sich endlich in einen einzigen Punkt verlieren. Wenn nun die Bewegungen über diese Gränze hinaus fortdauern, so bilden sich neue Kanten, die mit den vorigen einen rechten Winkel machen, d. h. es wird ein Zeitpunkt eintreten, da das Dodekaëder noch regelmäfsig ist. Dann wird man finden, dafs jedes Trapezium *cprt* in ein Dreieck, das *clt* ähnlich ist, verwandelt worden ist, und umgekehrt. Hieraus folgt, dafs das Verhältnifs $gk : gl$ (Fig. 54) die Stelle des Verhältnisses $ky : yx$ einnimmt.

Durch den Kalkul findet man 58° 16′ 46″ für den Werth des Winkels *kxy*, im Falle, dafs das Dodekaëder regelmäfsig ist, und die Fünfecke neigen sich gegen einander unter Winkeln von 116° 33′ 32″.

111. Wenn man das Verhältnifs von *ky* zu *yx* in Zahlen sucht, wenigstens bis auf Tausendtheilchen genau, so findet man $ky : yx = 0{,}707 : 0{,}437$. Hieraus sieht man, wie verwickelt die Gesetze der Decreszenz seyn müssen, welche von einem Dodekaëder, das nur wenig vom regelmäfsigen abweicht, herrühren.

112. Dies letzte Dodekaëder kann man bei einem gegebenen Würfel sehr leicht künstlich konstruiren, und zwar auf eine analoge Weise, wie wir es beim

Dodekaëder des Schwefelkieses (107) gesehen haben. Wir wollen uns des in der Fig. 52 gezeichneten Würfels noch einmal zu dieser Absicht bedienen. Man zeichne das gleichschenkelige Dreieck *sut* (Fig. 55), dessen Grundlinie *st* = *fg* (Fig. 52), und dessen Spitzenwinkel $u = 108^{\circ}$ ist, in welchem Falle die Seitenlinien *us* und *ut* zu einem regelmäſsigen Fünfecke gehören. Auf einer jeden Linie, die eine Lage wie *fg* (Fig. 52) hat, nehme man einen Theil *om* = *us* oder = *ut* (Fig. 55) an, so daſs die beiden übrig bleibenden Theile *mg* und *of* (Fig. 52) einander gleich sind. Darauf läſst man durch jede Linie *om*, *o'm'* u. s. f. zwei schneidende Ebenen gehen, welche mit den Endpunkten der Linien zusammenfallen, die eine ähnliche Lage auf den beiden angrenzenden Flächen haben, welche die mit *om*, *o'm'* u. s. f. parallelen Kanten berühren; z. B. so, daſs von zwei durch *om* gelegten Ebenen die eine *m''* und die andere den korrespondirenden Punkt auf der *bdah* entgegengesetzten Fläche berührt. Alle diese Ebenen, zwölf an der Zahl, bestimmen die Flächen des verlangten Dodekaëders.

113. Wir wollen zum Ikosaëder des Schwefelkieses (Fig. 56) übergehen. Diesen Körper kann man geometrisch als ein Dodekaëder ansehen (Fig. 53), bei dem an der Stelle der acht Ecken *c*, *d*, *a*, *t* u. s. f. der Kerngestalt eben so viele gleichseitige Dreieke *opl*, *mpn*, *rnq*, *lrs* u. s. f. befindlich sind (Fig. 56); so daſs die Ueberbleibsel der zwölf Fünfecke gleichseitige Dreiecke *mpo*, *emn*, *eqn* u. s. f. werden. In mine-

ralogischer Rücksicht untersucht, entsteht diese Gestalt durch eine Verbindung des Gesetzes, wodurch das regelmäſsige Octaëder entsteht, mit der Decreszenz, welche zur Hervorbringung des Dodekaëders erfordert wird. Man muſs indeſs bemerken, daſs die Kerngestalt in diesem Falle derjenigen nicht mehr gleich ist, welche das für vollkommen gehaltene Dodekaëder besitzen würde. Sie ist nothwendiger Weise viel kleiner, und die Ecken liegen um die Mittelpunkte der gleichseitigen Dreiecke herum. Man muſs also zwei Zeitpunkte für die Gesetze der Decreszenz annehmen, und zwar so, daſs man voraussetzt, daſs das, welches das Oktaëder hervorbringt, bis zu einer gewissen Zeit allein gewirkt haben muſs, über welche hinaus das andere Gesetz gleichzeitig mit dem vorigen zu wirken anfing. Wir müssen hier die beiden Zeitpunkte genauer bestimmen.

So lange als das erste Gesetz nur noch allein thätig war, muſste es an der Stelle einer jeden Ecke der kubischen Kerngestalt ein gleichseitiges Dreieck, z. B. $\delta\varepsilon\lambda$ (Fig. 56) hervorbringen, woraus durch Hinzukunft des zweiten Gesetzes das Dreieck *mnp* entstand. Wir wollen die Art und Weise angeben, wie das kleine Dreieck im groſsen enthalten ist, und dieses schränkt sich bloſs auf die Bestimmung des Verhältnisses zwischen $p\varepsilon$ und εm ein. Die Linie $\delta\varepsilon$ liegt nothwendiger Weise auf einer Fläche, welche mit einer von den Flächen der Kerngestalt des Ikosaëders parallel geht, weil sie die Seitenkante von einem der aufgeschichteten Blättchen ist, durch deren Decreszenz dem Oktaë-

der zur Entstehung Gelegenheit gegeben ward. Wenn man also $\varepsilon\vartheta$ mit mo parallel zieht, so wird die Fläche $\delta\varepsilon\vartheta$ mit der, wovon wir eben reden, zusammenfallen. Es ist aber sehr einleuchtend, daſs eben diese Fläche auch mit einer von den Flächen der Kerngestalt, die zu dem für vollkommen angenommenen Dodekaëder (Fig. 53) gehört, zusammenfallen muſs; weil die Decreszenz, wenn man sie allein annimmt, dies Dodekaëder hervorgebracht haben würde, dessen Anschuſslinie $\vartheta\varepsilon$ ist, als wovon sich die Wirkung nach beiden Seiten verbreitet; diese Linie muſs also nothwendiger Weise einen Theil von einer der Kanten der kubischen Kerngestalt, von welcher wir reden, ausmachen. $\varepsilon\vartheta$ ist also eben die Linie, wie in der Figur 53, oder, welches einerlei ist, sie ist $= \delta\gamma$. Es ist also $p\varepsilon$ (Fig. 56) $= l\gamma$ (Fig. 53) und $\varepsilon m = \gamma r$. Aber $l\gamma : \gamma r = lk$ (Fig. 53 und 54) $: kx = lg : gz\ (= ky) = 1 : 2$. Es ist also $p\varepsilon$ (Fig. 56) $= \frac{1}{2}\ (\varepsilon m)$. Die Winkel des Dreiecks $\varepsilon\lambda\delta$ liegen demnach im dritten Theile der Seitenlinien des Dreiecks pmn.

Man kann die beiden Epochen, welche in Ansehung der Decreszenzen statt gefunden haben, sehr leicht unterscheiden. Um dahin zu gelangen, ziehe man vom Punkte p die Linie $ps\zeta$, die durch den Mittelpunkt s des Dreiecks pmn geht. $p\zeta$ wird mit $\varepsilon\delta$ parallel laufen, weil der Winkel $p\zeta m$ eben sowohl ein rechter Winkel ist wie der Winkel $\varepsilon\delta m$, indem $\delta m = \frac{1}{2}\ \varepsilon m$ und $\delta\varepsilon m = 30°$ ist.

Wenn man also die Linie $p\omega$ zieht, welche eben-

falls einen rechten Winkel mit *ol* macht, so wird die Ebene $\zeta p \omega$ mit der Ebene $\delta \varepsilon \vartheta$ parallel gehen; die letztere ist aber ebenfalls wieder mit einer von den Flächen der Kerngestalt des Icosaëders parallel. Die Ebene $\zeta p \omega$ wird also mit der Ebene eben dieser Fläche zusammenfallen, weil sie durch den Winkel *s* der Kerngestalt geht. Der Punkt *p* befindet sich daher in der Ebene der Fläche, worauf es hier ankommt, und der Punkt *r* liegt in der Ebene der entgegengesetzten Fläche. Weil nun *pr* auf beiden Ebenen senkrecht steht, so mufs diese Linie auch eine Kante der Kerngestalt seyn. Daher ist *om* dieser Kante ebenfalls gleich, und $\varepsilon \vartheta$ ist so grofs als der dritte Theil dieser Kante. Man sieht aber leicht, dafs das aufgeschichtete Blättchen, dessen Seitenkante durch die Punkte δ, ε, ϑ geht, eben sowohl wie alle vorhergehende Blättchen die Gestalt eines Achtecks hat. Die zweite Epoche tritt also dann ein, wenn die Seite des Achtecks, welche mit der Kante der Kerngestalt parallel geht, den dritten Theil dieser Kante ausmacht.

Aus dem Gesagten folgt hinreichend, dafs die Anordnung der beiden Dreiecke $\delta \varepsilon \lambda$ und *pmn* gerade so ist, wie sie bei den Dreiecken *dbx* und *gqz* (Fig. 38) statt findet, welche beim Durchschnitt des sekundären Rhomboëders durch eine mittlere Decreszenz von $\frac{3}{2}$ Reihen doppelter Moleküls auf den Flächen einer kubischen Kerngestalt entstehen. Dies kann dazu dienen, die Struktur des gesammtdecreszirenden (*pantogène*) Schwefelkieses zu erklären, welcher nichts anders ist als ein Ikosaëder, wovon jedes gleichseitige Dreieck eine

dreiseitige Pyramide über sich trägt. Diese Pyramide kann nämlich als der obere Theil des Rhomboëders, wovon jetzt die Rede ist, angesehen werden, welches durch die Grundfläche *gqz* (Fig. 38) mit dem Dreiecke des Icosaëders in Verbindung steht.

114. Jetzt wollen wir untersuchen, ob nicht, wenn wir irgend zwei und zwei Decreszenzgesetze mit einander verbinden, eins auszumitteln sey, welches zur Entstehung des regelmäfsigen Ikosaëders bei einer zum Grunde gelegten kubischen Kerngestalt Anlafs geben könnte. Ich habe gesagt, dafs man das Ikosaëder des Schwefelkieses für ein Dodekaëder von derselben Substanz ansehen könnte, dessen acht mit denen der Kerngestalt korrespondirende Ecken weggeschnitten sind, so dafs an der Stelle der Ecken eben so viel gleichseitige Dreiecke zum Vorschein kommen, und die Rückstände von den Fünfecken gleichschenkelige Dreiecke werden. Wenn man dieselbe Operation mit dem regelmäfsigen Dodekaëder, das die Geometrie kennen lehrt, vornähme, so würden von den Fünfecken ebenfalls gleichschenkelige Dreiecke übrig bleiben. Man könnte aber annehmen, dafs die Dimensionen des zum Grunde gelegten Dodekaëders von der Art wären, dafs die rückständigen Figuren selbst gleichseitige Dreiecke würden, und in diesem Falle ist es sehr einleuchtend, dafs das Dodekaëder durch die angeführten Schnitte in ein regelmäfsiges Ikosaëder verwandelt werden würde.

Die ganze Untersuchuug schränkt sich daher darauf ein, zu finden, ob ein Gesetz der Decreszenz in

dem Falle zulässig ist, wenn man $pl = pr$ (Fig. 53) annimmt. In diesem Falle müssen wir auch das Verhältniſs zwischen ky und yx oder zwischen lz und zx, welches nichts anders als die verlängerte Linie xy bis zum Zusammentreffen mit der mit ku parallelen Linie lz ist, zu bestimmen bemüht seyn.

Der Voraussetzung zufolge haben wir $px : lx = 1 : \sqrt{3}$. Wir müssen für das Verhältniſs $px : lx$ einen andern Werth suchen, in welchem blos lz und zx vorkommt, und zu dem Ende wollen wir lx und px besonders bestimmen.

1) Für lx. $lx = \sqrt{(lz)^2 + (zx)^2}$.

2) Für px. $px = \frac{1}{2}(pr) = (li)$ (Fig. 54) $= \frac{1}{2}(fg) = \frac{1}{2}(ky) - gk = ky - gk$. Aber $ky = lz - lg$ und $gk = zx - yx$. Wenn man also für ky und gk ihre Werthe in der Gleichung $px = ky - gk$ substituirt, so hat man $px = lz - lg - zx + yx = lz - yx - zx + yx = lz - zx$. Folglich ist $px : lx = lz - zx : \sqrt{(lz)^2 + (zx)^2}$.

Es sey $lz = y$, $zx = u$. Also $y - u : \sqrt{y^2 + u^2} = 1 : \sqrt{3}$. Oder $y^2 - 2uy + u^2 : y^2 + u^2 = 1 : 3$. Wenn man die Produkte der äuſseren und mittleren Glieder nimmt, und hernach $y^2 - 3uy = - u^2$ reducirt, woraus man erhält $y = \frac{3}{2}u \pm \frac{1}{2}u\sqrt{5}$, so erhält man die beiden Verhältnisse $y : u = 3 + \sqrt{5} : 2$ und $y : u = 3 - \sqrt{5} : 2$.

Weil diese Verhältnisse aber inkommensurabel sind, so folgt daraus, daſs die beiden Seitenlinien des Messungsdreiecks, die durch lzx bezeichnet werden kön-

nen, es ebenfalls seyn müssen, und dafs daher in der Mineralogie eben so wenig ein regelmäfsiges Ikosaëder wie ein regelmäfsiges Dodekaëder vorhanden ist.

Man wird leicht einsehen können, was die beiden Werthe für y in diesem Falle bedeuten, wenn man hier eben das Raisonnement zum Grunde legt, welches ich beim regelmäfsigen Dodekaëder geführt habe.

Wen man den Werth für den Winkel lxn (Fig. 53) oder den Einfallungswinkel der Flächen des Dodekaëders an der Stelle der Kante pr suchen will, so findet man nach derselben Voraussetzung, dafs $er = 138° \; 10'$ ist.

115. Es ist merkwürdig, dafs die Glieder der beiden Verhältnisse $3 + \sqrt{5} : 2$ und $5 - \sqrt{5} : 2$ genau die Quadrate der Glieder sind, woraus die Verhältnisse bestehen, die wir oben (110.) zwischen den Linien ky und yx beim regelmäfsigen Dodekaëder gefunden haben.

116. Die eben angeführten Resultate geben uns ein leichtes Mittel an die Hand, das regelmäfsige Ikosaëder bei einem gegebenen Würfel künstlich darzustellen, wenn man die Methode befolgt, die ich (107 und 112) bei Gelegenheit des mineralogischen und geometrischen Dodekaëders aus einander gesetzt habe. Es kommt also blofs darauf an, den Theil gm oder of (Fig. 52), der von einer jeden Linie, z. B. von gf abgeschnitten werden mufs, zu bestimmen, weil er jeden Punkt, z. B. m, angiebt, in welchen die schneidende Ebene fällt, die durch $o'm'$ geht, indem er mit der Kante cd zusammenfällt.

Wenn man sich den Punkt b (Fig. 54) in der Mitte der Linie ky gemerkt hat, so mufs man das Verhältnifs zwischen bk und gk suchen. Wir haben folgende Proportion

$$kg : yx = 3 + \sqrt{5} : 2.$$

Es sey $ky = 3 + \sqrt{5}$ und $yx = 2$. Ferner ist auch

$$lg : gk = 3 + \sqrt{5} : 2.$$

Aber $lg = yx = 2$. Also $gk = \frac{4}{3 + \sqrt{5}}$. Ferner ist $bk = ky$. Man hat also

$$bk : gk = 3 + \sqrt{5} : \frac{4}{3 + \sqrt{5}} = 7 + 3\sqrt{5} : 2.$$

Hieraus ist es einleuchtend, dafs dies Verhältnifs dasselbe ist, wie das von $\frac{1}{2}(gf)$ (Fig. 52) zu gm.

Unter diesen Voraussetzungen kann man nach Willkühr ein rechtwinkeliges Dreieck mst (Fig. 57) zeichnen, dessen Seite ms doppelt so grofs ist als die Seite ts. Hernach zieht man noch besonders eine Linie np (Fig. 58) $= 3ms + st + 3mt$ (Fig. 57), und eine zweite Linie nl (Fig. 58), die irgend einen Winkel mit der ersteren macht, und gleich ms (Fig. 57) ist. Wenn man das Dreieck npl (Fig. 57) nun vollständig gezeichnet hat, so nimmt man auf np ein Stück $nc = \frac{1}{2}(gf)$ (Fig. 52) an, zieht hierauf durch den Punkt c (Fig. 58) eine Linie cg mit pl parallel, und macht ng so grofs als das Stück gm oder fo (Fig. 52), welches man von der Linie fg abschneiden mufs.

117. Jetzt bleibt uns noch übrig, das Triakontaëder genauer zu untersuchen, welches ebenfalls eine von den Varietäten des Schwefelkieses ist. Um sich

die Struktur dieses Vielecks deutlich machen zu können, muſs man sich vorstellen, daſs die acht Ecken des primitiven Würfels alle mit einmal mittlere Decreszenzen erlitten, die denen ähnlich sind, welche wir oben untersucht haben, wobei man aber voraussetzt, daſs nur zwei vorhanden sind, welche sich auf eine einzige Axe beziehen, wie dies beim Rhomboëder der Fall ist. Der sekundäre Krystall wird also ebenfalls ein Rhomboëder seyn. Wenn wir uns die acht Decreszenzen nun aber mit einem Mahle thätig denken, und uns ferner vorstellen, daſs ihre Wirkungen sich mit den Flächen vereinigen, welche mit denen der Kerngestalt parallel laufen, so werden wir einen Körper *ky* (Fig. 59) von dreiſsig Flächen erhalten, der folgende mit der Kerngestalt (Fig 60) analoge Bezeichnung bekommt

$$\overset{\frac{3}{2}}{A}\, B^{2}\, C^{1},\ A^{\frac{3}{2}}\, B^{1}\, G^{2},\ {}^{\frac{3}{2}}A\, G^{1}\, C^{2}\, P.$$

118. Wir wollen jetzt die Methode aus einander setzen, dies Vieleck bei einem gegebenen Winkel künstlich zu konstruiren, weil es in der Folge dazu dienen kann, die Untersuchung der Winkel zu erleichtern.

Es sey *bt* (Fig. 61) der primitive Würfel. Wenn man die Flächen, wie gewöhnlich, durch die Linien gf, $g'f'$, $g''f''$, welche unter drei auf einander senkrechten Richtungen gezogen sind, in zwei gleiche Theile getheilt hat, so nimmt man z. B. auf $g'f'$ zwei Theile $g'm'$ und $f'o'$ an, von denen ein jeder den vierten Theil der ganzen Linie beträgt. Auf dem mittleren Theile $o'm'$ zeichne man einen Rhombus $o'l'm'k'$, des-

sen grofse Diagonale eben diese Linie ist, und dessen kleine Diagonale $k'l'$ die Hälfte der grofsen beträgt. Hierauf legt man durch eine jede Seite, z. B. durch $o'l'$ eine schneidende Ebene $o'inp$, welche den kleinen Winkel m des auf der benachbarten Fläche gelegenen Rhombus berührt. Auf diese Weise bekommt man vier und zwanzig schneidende Ebenen, woraus eben so viele Trapezoiden entspringen, die in Verbindung mit den angeführten sechs Rhomben die Oberfläche des Triakontaëders bestimmen.

Um zu beweisen, dafs diese Vorstellungsart wirklich gegründet sey, ziehe man df', darauf de, welche Linie aber eine solche Lage hat, dafs man $ce = \frac{2}{3}cf'$ erhält. Man sieht leicht ein, dafs die Ebene edf' mit der Fläche parallel seyn mufs, welche durch die gegen den Winkel dcr gerichtete Decreszenz hervorgebracht wird, weil nämlich $dc = 2cf'$, so mufs die Linie df' mit den Seitenkanten der aufgeschichteten Blättchen parallel gehen, und die Linie ce, welche $\frac{2}{3}$ von der Linie cf' beträgt, steht mit der Höhe dieser Blättchen im Verhältnisse, indem die Decreszenz $\frac{1}{2}$ zum Exponenten hat.

Wir wollen uns eine Ebene vorstellen, welche durch die Seite $o'l'$ des Rhombus $l'o'k'm'$ geht, und mit edf' parallel läuft. Man mufs beweisen, dafs diese Fläche den Rhombus $lokm$ im Punkte m berührt, so dafs die Linie np, wenn sie die Durchschnittslinie dieses Rhombus mit dem Quadrate $cdat$ ist, durch den Punkt m geht.

Man verlängere io' bis sie cr schneidet, und ziehe

dann $o'y$ senkrecht auf $g'f'$. Die Linien ef', ps und ni müssen ebenfalls gezogen werden.

Weil die beiden Ebenen edf' und $ispn$ mit einander parallel sind, und die Flächen des Würfels, durch welche die Durchschnitte in, ef' und ps gehen, ebenfalls mit einander parallel laufen, so folgt, daſs die drei Dreiecke ecf' pcs und ndi einander ähnlich seyn müssen, weil die Linien ef' ps und in unter einander parallel sind.

Nun müssen wir beweisen, daſs $pe = dn$. Aber $dn : di = ce : cf'$. Folglich $dn = \frac{2}{3} di = \frac{2}{3} f's = \frac{2}{3} o'y$. Aber $o'y = \frac{1}{2} o'f' = \frac{1}{4} cf'$. Folglich $dn = \frac{2}{3} . \frac{1}{4} cf' = \frac{1}{6} cf'$. Auf der andern Seite ist $pe = cp - ce$. Aber $cp = \frac{2}{3} cs = \frac{2}{3} (cf' + f's) = \frac{2}{3} (cf' + \frac{1}{4} cf') = \frac{5}{6} cf'$, und $ce = \frac{2}{3} cf'$. Folglich $pe = \frac{5}{6} cf' - \frac{2}{3} cf' = \frac{1}{6} cf' = dn$.

Weil nun aber um mit pe und dn parallel läuft, und man die Gleichheit dieser Linien zeigen kann, so muſs pn nothwendiger Weise durch den Punkt m gehen. Aber $um = gm - gu$. Allein $gm = \frac{1}{2} cf'$ und $gu = \frac{1}{2} ce = \frac{1}{2} . \frac{2}{3} cf' = \frac{1}{3} cf'$. Folglich $um = (\frac{1}{2} - \frac{1}{3}) cf' = \frac{1}{6} cf' = dn$. Die Rhomben $olmk$, $o'l'm'k'$ u. s. f. haben daher die erforderlichen Dimensionen, damit die schneidenden Ebenen ihre spitzen Winkel treffen, ohne darüber wegzugehen, oder darunter stehen zu bleiben, sondern sie bleiben vielmehr auf der Oberfläche dieser Rhomben stehen.

119. Wir wollen jetzt zur Berechnung der Winkel des Triakontaëders übergehen, und alsdenn den Neigungswinkel eines jeden Rhombus, z. B. $o'l'm'k'$

(Fig. 59), gegen irgend eins der angränzenden Trapezoiden $m'l'me$ bestimmen. Es sey arz (Fig. 63) das Messungsdreieck, und $agst$ (Fig. 63) eine Verbindung von zwei Molekülsflächen. Man ziehe die Diagonale gt, und setze dann ar senkrecht auf diese Diagonale, oder, welches einerlei ist, auf die horizontale Seite ar (Fig. 64) des Messungsdreiecks. Es sey $ag = 1$ (Fig. 63). Alsdenn hat man

$$ar = \frac{ag + at}{gt} = \frac{2}{\sqrt{5}}.$$

Aber rz (Fig. 64) $= \frac{2}{3}$. Folglich $ar : rz = 3 : \sqrt{5}$. Dies giebt $zar = 36° \; 41' \; 57''$. Aber der Neigungswinkel von $o'l'm'k'$ (Fig. 59) gegen $m'l'me$ ist das Supplement des eben angeführten, und beträgt folglich $143° \; 18' \; 13''$.

120. Nun wollen wir die ebenen Winkel bestimmen. Die zu den Rhomben $okml$, $o'k'm'l'$ u. s. f. gehörigeu lassen sich leicht bestimmen, weil zwischen den Diagonalen das Verhältnifs $2 : 1$ statt findet. Man wird finden, dafs der grofse Winkel $= 126° \; 52' \; 10''$ ist, woraus folgt, dafs er so grofs ist als die wechselseitigen Neigungswinkel der Fünfecke des dodekaëdrischen Schwefelkieses gegen einander, an den Stellen der Kanten, die wir für die Grundlinien dieser Fünfecke angenommen haben.

Jetzt sind noch die Winkel irgend eines Trapezoïds z. B. von $m'l'me$ (Fig. 59) zu finden übrig. Wenn wir die Diagonalen $m'm$, mm'' und $m'm''$ der drei um die Ecke e gelegenen Trapezoïden ziehen, so wird das Dreieck $mm'm''$ gleichseitig, weil die Punkte m, m' m'',

die

die man auf dem primitiven Würfel (Fig. 61) annehmen kann, unter denselben Bedingungen gestellt sind. Das Dreieck $mm'm''$ (Fig. 59), welches an die Stelle des festen Körpers getreten ist, kann also als die Hälfte eines Rhomboëders angesehen werden, worin alles bekannt ist. Wir werden den Nutzen dieser Bemerkung sogleich einsehen.

Man stelle sich vor, dafs sich die vier Trapezoïden $m'l'me$, $o'l'mr$ u. s. f., welche den Rhombus $l'o'k'm'$ (Fig. 59) umgeben, so weit ausdehnten, bis sie sich in der Gestalt einer geraden Pyramide vereinigen, deren Grundfläche durch den Punkt m geht. Es sey $pmyzs$ (Fig. 62) diese Pyramide. Man ziehe die Diagonalen py, mz des Rhombus der Grundfläche, darauf die Höhe su, dann die auf pm senkrechte Linie sx, und verbinde die Punkte u und x durch eine gerade Linie.

Der Rhombus $l'o'k'm'$ stimmt ferner vollkommen mit dem in der Fig. 59 überein. Man ziehe die Linien mm', mo' (Fig. 62), welche ebenfalls die in der Fig. 59 angegebenen sind, darauf die Diagonale $o'm'$ des Rhombus $l'o'k'm'$ und endlich die Linie mt, welche $m'o'$ an der Stelle schneidet, wo diese durch die Höhe der Pyramide su geschnitten wird. Unter diesen Voraussetzungen suche man nach und nach die drei Winkel $m'em$ (Fig. 59), $m'l'm$ und $l'me$, deren Summe von 360° abgezogen die Gröſse des vierten Winkels $l'm'e$ giebt.

1) Für $m'em$. Weil man die Pyramide $mm'm''e$ als die obere Hälfte eines Rhomboëders ansehen kann,

worin das Verhältniſs zwischen den beiden halben Diagonalen g' und p', wie wir oben gefunden haben, gleich $\sqrt{18} : \sqrt{7}$ ist, so folgt daraus, daſs $m'em = 116^\circ\ 6'\ 13''$ seyn muſs.

2) Für $m'l'm$. Weil dieser Winkel das Supplement von $m'l's$ oder pms (Fig. 62) ist, so darf man nur diesen letzteren aufsuchen.

Es sey $pu = 2$. Dann hat man $mu = 1$.

$$\text{Es ist } ux = \frac{pu \times mu}{\sqrt{(pu)^2 + (mu)^2}} = \sqrt{\tfrac{4}{5}}.$$

Das Dreieck xus ist aber dem Messungsdreieck arz (Fig. 64) ähnlich. Folglich $ux : us$ (Fig. 62) $= 3 : \sqrt{5}$. Weil nun $ux = \sqrt{\frac{4}{5}}$, so ist $us = \sqrt{\frac{4}{9}}$. Aber auf der einen Seite ist $sx = \sqrt{(ux)^2 + (us)^2}$ $= \sqrt{\frac{4}{5} + \frac{4}{9}} = \sqrt{\frac{56}{45}}$. Auf der andern Seite ist

$$sm = \sqrt{(mu)^2 + (us)^2} = \sqrt{1 + \tfrac{4}{9}} = \sqrt{\frac{13}{9}}.$$

$$\text{Folglich } sm : sx = \sqrt{\frac{13}{9}} : \sqrt{\frac{56}{45}} = \sqrt{65} : \sqrt{56}.$$

Dies giebt $smx = 68^\circ\ 9'\ 16''$. Folglich $m'l'm$ (Fig. 62 und 59) $= 111^\circ\ 50'\ 44''$.

3) Für $l'me$. Dieser Winkel besteht aus den beiden Winkeln emm', $m'ml'$; der erste ist folglich halb so groſs wie das Supplement von $m'em$; also ist $emm' = 31^\circ\ 56'\ 53''$. Man suche noch $m'ml'$.

Weil die Dreiecke $mm'm''$ und $o'mq$ dieselbe Lage in Rücksicht auf die Kerngestalt des Triakontaëders haben als die Dreiecke pmn, opl (Fig. 56) in

Rücksicht auf die Kerngestalt des Ikosaëders, so ist es von selbst einleuchtend, daſs die Lage der Ebene, welche durch die Punkte m', m, o' (Fig. 59 und 62) gehen würde, gerade eben so ist, wie bei der Fläche mpo (Fig. 56). Das Dreieck mut (Fig. 62) ist folglich dem Messungsdreiecke ähnlich, wodurch die Fläche mpo (Fig. 56) hervorgebracht wird. Weil diese Fläche nun aber der Rückstand von irgend einer Fläche des Dodekaëders ist, so hat man mu (Fig. 62) : tu $2 : 1$. Aber $mu = 1$. Folglich $tu = \frac{1}{2}$. Weil also $us = \frac{2}{3}$, so drückt $\frac{1}{6}$ den Werth für st aus.

Aber $st : m't = us : pu$. Oder $\frac{1}{6} : m't = \frac{2}{3} : 2$. Folglich $m't = \frac{1}{2}$; $mt = \sqrt{(mu)^2 + (tu)^2} = \sqrt{1 + \frac{1}{4}}$ $= \sqrt{\frac{5}{4}}$; $mm' = \sqrt{(mt)^2 + (m't)^2} = \sqrt{\frac{5}{4} + \frac{1}{4}}$ $= \sqrt{\frac{3}{2}}$. Aber $sm = \sqrt{\frac{13}{9}}$. Folglich $mm' : sm$ $= \sqrt{\frac{3}{2}} : \sqrt{\frac{13}{9}} = \sqrt{27} : \sqrt{26}$. Wenn man also im Dreiecke sxp den Winkel spx vermittelst sp $= \sqrt{(pu)^2 + (us)^2} = \sqrt{4 + \frac{4}{9}} = \sqrt{\frac{40}{9}}$ und durch $sx = \sqrt{\frac{56}{45}}$ sucht, und der mehreren Einfachheit wegen $sp = \sqrt{25}$ und $sx = \sqrt{7}$ setzt, so findet man $spx = 31^\circ\ 56'\ 53''$. Wenn man nun spx zum Winkel $smx = 68^\circ\ 9'\ 16''$ addirt, so erhält man $100^\circ\ 6'\ 9''$, welche von 180 Graden abgezogen $79^\circ\ 53'\ 51''$ für den Werth des Winkels $m'sm$ geben.

In dem Dreiecke *smm'* kennt man also den Winkel *s* und die Seiten *sm* und *mm'*. Durch diese Angaben findet man den Winkel $m'ml' = 25° 3' 57''$. Addirt man zu diesem Werthe den von *emm'* (Fig. 59) $= 31° 56' 53''$, so findet man $l'me = 57° 0' 50''$ Ferner ist $m'em = 116° 6' 13''$. $m'l'm = 111° 50' 44''$. Folglich $l'm'e = 75° 2' 13''$.

121. In der Geometrie kennen wir ebenfalls ein Triakontaëder. Wir werden die Untersuchungen für den Würfel, als Kerngestalt betrachtet, mit dem übereinstimmenden Phänomen schliefsen, welche das Triakontaëder der Mineralogen mit jenen darbietet. Dies zweite Triakontaëder, welches Fig. 65 XIV Taf. aufstellt, ist symmetrisch, indem seine Flächen gleiche und ähnliche Rhomben sind. Es hat zwei und dreifsig Ecken, wovon zwanzig, wie *a*, durch drei, und die zwölf anderen, wie *s*, durch fünf Flächen gebildet werden.

Dieses Körpers, mit dem sich die Mathematiker bis jetzt blofs beschäftigt zu haben schienen, erinnerte sich Romé de l'Isle bei Gelegenheit des triakontaëdrischen Schwefelkieses, indem er glaubte, dafs dieser eben so regelmäfsig sey. Er glaubte es dadurch konstruiren zu können, wenn er im regelmäfsigen Dodecaëder Schnitte machte, die durch alle Kanten und zu gleicher Zeit auch durch den Mittelpunkt gingen, wodurch zwölf fünfseitige Pyramiden abgeschnitten wurden, die hernach auf die Flächen eines zweiten, dem ersteren ähnlichen Dodecaëder aufgesetzt wurden *q*). Allein

q) Crystallogr. T. III. S. 234. Anm. 105.

Geometer, die den Kalkul anstellen wollen, werden finden, daſs die Pyramiden unter diesen Voraussetzungen zu lang sind, als daſs die Flächen einer jeden sich mit denen der angränzenden Pyramiden in einerlei Ebene befinden könnten, so daſs die sechzig Dreiecke sich auf dreiſsig Rhomben zurückbringen lassen könnten. Alle diese Dreiecke würden im Gegentheile nur einspringende Winkel bilden.

122. Es ist indeſs möglich, das symmetrische Triakontaëder durch ein regelmäſsiges Dodekaëder zu konstruiren. Um dies zu bewerkstelligen, muſs man alle seine Kanten durch Flächen zuschärfen, welche gegen beide Fünfecke, die sie begränzen, auf eine gleiche Weise geneigt sind, so daſs gar nichts von der Oberfläche des Dodekaëders mehr übrig bleibt. Da nämlich jede Kante dieses Körpers zweien angränzenden Fünfecken gemeinschaftlich angehört, so sieht man leicht ein, daſs sich die sechzig Kanten, welche die zwölf Fünfecke für sich betrachtet begränzen, durch die Vereinigung dieser Fünfecke auf dreiſsig reduciren lassen müssen. Weil nun aber die Punkte, welche an allen diesen Kanten mit einander korrespondiren, gleich weit vom Mittelpunkte entfernt sind, so muſs der Körper, der durch die Zuschärfung derselben entsteht, lauter ähnliche und regelmäſsig um einen und denselben Mittelpunkt befindliche Flächen besitzen.

123. Man kann das Triakontaëder auch vom regelmäſsigen Ikosaëder ableiten, wenn man alle seine Kanten unter denselben Bedingungen wegschneidet. In der Folge will ich eine andere Konstruktion von eben

diesem Vielecke beibringen, wobei ich aber den Würfel zur Grundform annehme.

124. Die Untersuchung der Winkel des symmetrischen Triakontaëders, womit wir uns jetzt beschäftigt haben, kann dazu dienen, mehrere interessante Eigenschaften dieses Körpers zu entwickeln. Vorher mufs ich aber ein Verhältnifs bestimmen, welches uns zu dieser Untersuchung nothwendig ist. Es sey $biab'_1p$ (Fig. 66) ein regelmäfsiges Fünfeck, und in die Seite des regelmäfsigen in diesem Fünfecke beschriebenen Zehnecks. Man ziehe die Diagonale ap, die Linie $b'n$, welche durch den Mittelpunkt geht, dann den Halbmesser ci, der durch den Punkt d in ein mittleres und äufseres Verhältnifs getheilt wird, und endlich die Linie cf senkrecht auf in. Das Verhältnifs, welches wir nun bestimmen müssen, ist ci zu in.

Es sey $ci = r$. $cd = in = x$. Man hat $di = r - x$, und $r : x = x : r - x$. Folglich $x^2 = r^2 - rx$. Hieraus folgt $x = -\frac{1}{2}r \pm \frac{1}{2}r\sqrt{5}$. Nimmt man die Zeichen positiv, so findet man $x = \frac{1}{2}r\sqrt{5} - \frac{1}{2}r$.

Hieraus schliefsen wir $ci : in = r : \frac{1}{2}r\sqrt{5} - \frac{1}{2}r = 2r : r\sqrt{5} - r = 2 : \sqrt{5} - 1$, und dies ist eben das Verhältnifs, welches wir bestimmen wollten.

125. Nun wollen wir die Winkel eines jeden Rhombus des Triakontaëders finden. Man stelle sich eine schneidende Ebene $ab'pbi$ (Fig. 65) vor, worauf eine fünfseitige Pyramide befindlich ist, deren Spitze s heifst. Es sey $b'sb$ (Fig. 67) eben diese Pyramide. Man ziehe die Höhe sc, die beiden Halbmesser ci, cb, hernach sr senkrecht auf bi und endlich cr.

Das Dieeck isb ist ganz offenbar die Hälfte von einem der Rhomben des Triakontaëders. Die Frage ist also bloſs, das Verhältniſs zwischen rs und ir zu finden.

Aber $rs = \sqrt{(cr)^2 + (cs)^2}$.

Man kann indeſs leicht sehen, daſs man zur Konstruirung des Triakontaëders auch auf allen Kanten des regelmäſsigen Dodekaëders nur solche Flächen zu setzen nöthig hätte, die gegen die beiden angränzenden Flächen unter gleichen Winkeln geneigt sind. Alle diese Flächen würden beim Durchschneiden die Oberfläche des Triakontaëders hervorbringen. Die Neigung einer jeden Fläche gegen die beiden, wovon ich eben geredet habe, z. B. der an der Kante pr (Fig. 53) stoſsenden Fläche gegen die beiden Fünfecke $pdnar$ und $pcltr$, wird einem Winkel ykx gleich seyn, dessen Complement kxy die Gröſse des halben Neigungswinkels der beiden Fünfecke gegen einander ausmacht. Wenn wir also $aibpb'$ (Fig. 67) als eins von den Fünfecken des Dodekaëders ansehen, welches in dem jetzt angeführten Falle im Triakontaëder befindlich ist, so wird der Winkel crs dem Winkel ykx (Fig. 53) gleich seyn, und folglich wird das Verhältniſs zwischen cr und cs als bekannt angenommen. Wenn man also den Werth von cr kennt, so kann man den von rs leicht finden. Die Untersuchung beschränkt sich also bloſs darauf, cr und ir zu finden. Wir wollen mit dieser letzten Gröſse den Anfang machen.

Wir haben (124) (Fig. 66) folgende Proportion gehabt $ci : in = 2 : \sqrt{5} - 1$.

Man mache $ci = 2$, in welchem Falle wir $in = \sqrt{5} - 1$ haben werden. Wenn ferner cf senkrecht auf in ist, so hat man $(ir)^2 = \frac{(cf)^2 \times (in)^2}{(cn)^2}$. Wir kennen aber nicht allein schon in sondern auch cn, denn diese Linie ist gleich ci. Es ist daher nur noch cf zu suchen übrig. $(cf)^2 = (ci)^2 - (if)^2 = (ci)^2 - \frac{1}{4}(in)^2 = 4 - \frac{1}{4}(6 - 2\sqrt{5}) = 4 - \frac{3}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{5} = \frac{5}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{5}$.

Folglich $(ir)^2 = \frac{\sqrt{(\frac{5}{2}+\frac{1}{2}\sqrt{5})(6-2\sqrt{5})}}{4} = \frac{5-\sqrt{5}}{2}$ und $ir = \sqrt{\frac{5-\sqrt{5}}{2}}$. Nun ist es leicht, den Werth für cr zu finden. Denn $cr = \sqrt{(ci)^2 - (ir)^2} = \sqrt{4 - \left(\frac{5-\sqrt{5}}{2}\right)} = \sqrt{\frac{3+\sqrt{5}}{2}}$. Nach dem, was ich oben angeführt habe. ist aber $cr : cs$ (Fig. 67) $= ky$ (Fig. 53) $: yx = \sqrt{3+\sqrt{5}} : \sqrt{2}$ (m. sehe 110). Demnach $\sqrt{\frac{3+\sqrt{5}}{2}} : cs = \sqrt{3+\sqrt{5}} : \sqrt{2}$. Folglich $cs = 1 = \frac{1}{2}(ci)$. Dies ist eine sehr merkwürdige Eigenschaft, die sehr nützlich werden kann, wenn man vom Triakontaëder eine Projektion entwerfen will. Man darf nur das regelmäfsige Dodekaëder zeichnen, hernach auf dem Mittelpunkt einer jeden Fläche eine Perpendikellinie $cs = \frac{1}{2}ci$ aufrichten, dann die Linien si, sb, sp u. s. f. ziehen, welche die Seitenlinien der Rhomben des Triakontaëders seyn werden.

Nun ist aber $rs = \sqrt{(cs)^2 + (cr)^2} = \sqrt{1 + \frac{3+\sqrt{5}}{2}}$ $= \sqrt{\frac{5+\sqrt{5}}{2}}$. Es ist also $rs : ir = \sqrt{\frac{5+\sqrt{5}}{2}}$ $: \sqrt{\frac{5-\sqrt{5}}{2}} = \sqrt{5+\sqrt{5}} : \sqrt{5-\sqrt{5}}$. Dies Verhältniſs stimmt aber mit dem von $ky : yx$ (Fig. 53) oder von $\sqrt{3+\sqrt{5}} : \sqrt{2}$ gänzlich überein. Denn wenn man aus diesen beiden Verhältnissen eine Proportion zusammensetzt, und die Produkte der beiden äuſseren und mittleren Glieder nimmt, so findet man auf beiden Seiten $\sqrt{10+2\sqrt{5}}$.

Hieraus müssen wir schlieſsen, daſs der groſse Winkel des Rhombus so groſs ist, wie der Neigungswinkel der Flächen des regelmäſsigen Dodekaëders gegen einander, welches, wie wir oben gesehen haben, als der Körper angesehen werden kann, woraus das Triakontaëder entstand, d. h. also, daſs dieser Winkel $= 116° \, 33' \, 32''$ ist.

126. Noch müssen wir den Neigungswinkel einer jeden Fläche gegen die ihr angränzende bestimmen. Wenn wir iu (Fig. 67) senkrecht auf bc, il senkrecht auf bs und darauf ul ziehen, so wird der Winkel ilu der halbe gesuchte Neigungswinkel seyn.

Aber $(il)^2 = \frac{(rs)^2 \times (bi)^2}{(bs)^2}$. $rs^2 = \frac{5+\sqrt{5}}{2}$.

$(bi)^2 = 4(ir)^2 = 4\left(\frac{5-\sqrt{5}}{2}\right) = 2(5-\sqrt{5})$.

$$(bs)^2 = (is)^2 = (ci)^2 + (cs)^2 = 4 + 1 = 5.$$

Folglich $(il)^2 = \left(\frac{\left(\frac{5+\sqrt{5}}{2}\right) \times 2(5-\sqrt{5})}{5}\right) = 4.$

Also $il = 2 = ci.$

Wenn wir nun aber die Dreiecke *cui* und *iul* mit einander vergleichen, so finden wir: 1) daſs ein jedes bei *u* einen rechten Winkel hat, 2) daſs eine von den diesem Winkel anliegenden Seiten, nämlich *iu*, beiden gemeinschaftlich zugehört, 3) daſs die Hypothenuse *il* der Hypothenuse *ci* gleich ist. Die beiden Dreiecke sind daher einander gleich und ähnlich. Folglich $ilu = icu$; dieser Winkel ist aber 72°, d. h. der halbe Neigungswinkel der Flächen des Triakontaëders gegen einander ist so groſs, als der Centriwinkel des regulären Fünfecks, welches eine von den Flächen des zum Grunde gelegten Dodecaëders ausmacht. Hieraus folgt, daſs der verlangte Neigungswinkel genau 144° betragen muſs.

127. In der Mineralogie kennt man eben so wenig ein symetrisches Triakontaëder, als ein solches Dodekaëder oder Ikosaëder; denn man könnte dieses Triakontaëder nur von einer kubischen Kerngestalt herleiten, indem man dabei annähme, daſs die Krystallisation einen analogen Weg wie beim Triakontaëder des Schwefelkieses genommen hätte. Allein das Verhältniſs zwischen den beiden halben Diagonalen der Rhomben sm, $s'm'$, $s''m''$, welches beim symetrischen Triakontaëder inkommensurabel ist (Fig. 65), schlieſst ein jedes erdenkliches Gesetz der Decreszenz aus.

128. Ich habe versprochen, eine Methode aufzuführen, um das symetrische Triakontaëder künstlich bei einem gegebenen Würfel zu konstruiren. Es sey R A (Fig. 68) dieser zum Grunde gelegte Würfel, dessen Flächen, wie gewöhnlich, durch die Linien fg, $f'g'$, $f''g''$ u. s. f. in zwei Theile getheilt sind. Es sey auf der andern Seite Fig. 66 ein regelmäſsiges Fünfeck, das jede beliebige Gröſse haben kann. Wenn man im auf ag senkrecht gesetzt hat, so zieht man eine Linie $g'k'$ (Fig. 69) $=$ am (Fig. 66). Auf dem einen Ende von $g'k'$ (Fig. 69) errichtet man eine Perpendikellinie $g'p$ von unbestimmter Länge, und durch das andere Ende legt man $k'l' = gb'$ (Fig. 66), so daſs diese Linie die Linie $g'p$ (Fig. 69) trifft. Hierauf theilt man die Hälfte gn (Fig. 68) von irgend einer Linie, welche mitten durch die Flächen des Würfels geht, in zwei Theile gs und sn, welche unter einander im Verhältnisse der Linien $g'k'$ und $g'l'$ (Fig. 69) stehen. Man nimmt nm (Fig. 68) $= sn$ und zeichnet über ms ein Rhombus $misb$, dessen groſse Diagonale ms und dessen halbe kleine Diagonale in gleich gs ist. Wenn man nun auch auf den andern Flächen unter denselben Umständen Rhomben gezeichnet hat, läſst man durch eine jede Seite, z. B. durch $b's'$, eine schneidende Ebene gehen, welche den spitzen Winkel s des auf der benachbarten Fläche befindlichen Rhombus berührt. Die vier und zwanzig schneidenden Ebenen nebst den sechs auf den Flächen des Würfels befindlichen Rhomben bestimmen die Oberfläche des Triakontaëders.

Um dies zu beweisen, bemerke ich zuerst, daſs $g'k'$ (Fig. 69) oder am (Fig. 66) gk (Fig. 54) oder die Differenz zwischen der Kante des regelmäſsigen Dodekaëders und der des darin befindlichen Würfels vorstellt (q).

Ferner bedeutet $k'l'$ (Fig. 69) oder die eben so groſse Linie gb' (Fig. 66) die Linie kl (Fig. 53 u. 54). Hieraus folgt, daſs das Dreieck $g'k'l'$ (Fig. 69) dem Dreiecke gkl (Fig. 54) ähnlich ist. Folglich ist $g'l'$ (Fig. 69) : $g'k' = gl$ (Fig. 54) : $gk = ky : yx = \sqrt{3 + \sqrt{5}} : \sqrt{2}$. Dies ist nämlich das Verhältniſs, welches die beiden halben Diagonalen eines jeden Rhombus des Triakontaëders unter sich haben müssen, und welches sie der Construktion zufolge auch wirklich haben.

Man ziehe $b's$ (Fig. 68). Nun ist $b'g = n's'$ und $gs = b'n'$; ferner ist der Winkel $b'gs$ ein rechter Winkel, folglich sind die beiden Dreiecke $b'gs$ und $s'n'b'$ einander gleich, also $b's = b's'$, wie dies auch seyn muſs, weil $b's$ mit dieser Linie korrespondirt (Fig. 65).

Eben so muſs man auch beweisen, daſs die Linie, welche beim Würfel (Fig. 68) der Linie is'' (Fig. 65) korrespondirt, derjenigen gleich ist, welcher is korrespondirt, und daſs eben so auch die Linien, welche $i''s'$ und $i''s''$ korrespondiren, einander gleich sind.

(q) Ich bemerke, daſs die Fig. 54 in dem vorkommenden Falle den Durchschnitt eines regelmäſsigen Dodekaëders vorstellt.

Um den Beweis auch für die andern Linien zu führen, welche nicht mit denen im Würfel korrespondiren, sieht man leicht ein, daſs $b's'$ in einer Ebene liegt, welche mit $b''m''i''s''$ parallel läuft. Weil ferner $n''s''$ (Fig. 68) : $n''i'' = b'g : gs$, und weil auf der einen Seite die vorhergehenden auf der andern aber die nachfolgenden Glieder parallel sind, so vereinigen sich die beiden Ebenen $b'sas'$ und $i''s'as''$ in einer Kante as', die mit den Linien $b's$ und $i''s''$ parallel läuft. Eben so muſs man auch beweisen, daſs $b's'as$ und $i''s'as$ sich in einer Kante as vereinigen, welche mit $b's'$ und is'' parallel läuft, und daſs die Ebenen $asis''$ und $as'i''s''$ sich in der Kante as'' schneiden, die mit is und $i''s'$ parallel ist. Die drei Flächen, welche um den Winkel a liegen, sind also Rhomben. Wenn man eben diese Untersuchungen auch bei den andern Linien angestellt hat, so muſs man schlieſsen, daſs die Oberfläche des Vielecks aus dreiſsig gleichen und ähnlichen Rhomben zusammengesetzt ist.

Von den Parallelepipeden, welche vom Würfel und Rhomboëder verschieden sind.

129. Die Symetrie der Gestalten, unter welcher sich die bis jetzt betrachteten Körper uns darboten, hat uns Gelegenheit an die Hand gegeben, die Gesetze der Decreszenz, welchen diese Körper fähig seyn können, durch einfache Formeln auszudrücken, die den doppelten Vortheil haben, daſs sie die Bestimmung der sekundären Krystalle erleichtern, und alle ihre Eigen-

schaften vor Augen legen können. Ich glaubte, die Allgemeinheit der zur Anwendung der Theorie erforderlichen Methoden blofs auf diese Körper einschränken zu müssen, denn wenn ich sie auch auf andere, nicht so regelmäfsige Parallelepipeden ausdehnen wollte, so würde ich zuweilen so verwickelte Formeln erhalten, dafs man ohne eine beschwerliche und ermüdende Arbeit nicht davon Gebrauch machen könnte. Durch eine gewisse Gewandheit, die Aufgaben, welche die körperliche Geometrie vorlegt, aufzulösen, kann jeder für sich ganz eigenthümliche und viel schneller zum Zweck führende Methoden ausmitteln, die eben sowohl dazu geschickt seyn können, die Eigenschaften, welche man von Zeit zu Zeit in der Klasse der hierher gehörigen Vielecke antrifft, ins Licht zu setzen.

130. Die Decreszenzen auf den Kanten machen gewöhnlich nicht viel Schwierigkeit, und man kommt sehr bald dahin, die Neigungen der daraus entspringenden Flächen durch Messungsdreiecke, deren Natur und Verrichtung ich bei Gelegenheit des Parallelepipedums im Allgemeinen gezeigt habe, zu bestimmen.

131. Die Decreszenz auf den Ecken erfordert schon mehr Geschicklichkeit zur Auflösung, besonders wenn das Parallelepipedum ein schiefes Prisma ist. Der Kalkul wird aber dadurch sehr erleichtert, dafs es oft nicht sowohl darauf ankommt, die Gesetze der Decreszenz aufzudecken, als vielmehr die Neigung der sekundären Flächen gegen die zur Kerngestalt gehörigen Flächen, von denen die ersteren nur Modifikationen der Gestalt nach sind, zu bestimmen; ferner auch dadurch, dafs die Di-

mensionen der integrirenden Moleküls oft so einfache Verhältnisse befolgen, dafs man sie auf dem analytischen Wege sehr leicht bestimmen kann, so dafs man zur Auflösung dieser Aufgabe nur ein einziges Dreieck, nämlich das, wodurch die gesuchte Neigung bestimmt wird, aufzulösen nöthig hat. Ich will hier ein Beispiel, das vom Amphibol genommen ist, anführen.

132. Es sey *gi* (Fig. 70) die Kerngestalt dieser Gattung, nämlich ein schiefes Prisma mit rhombischen Grundflächen, worin 1) die Linie *lz*, welche die beiden gröfsten Ecken mit einander verbindet (*s*), sowohl auf *lg* als auch auf *iz* senkrecht steht, 2) $lz : iz = \sqrt{14} : 1$ ist, 3) der Sinus des halben Neigungswinkels von *nlgh* zu *mlgr* sich zum Cosinus dieses Winkels wie $\sqrt{29} : \sqrt{8}$ verhält.

133. Wir wollen annehmen, es finde eine Decreszenz um eine Reihe auf den Kanten *iml*, *inl* und auf den, diesen auf der untern Grundfläche entsprechenden Kanten statt. Durch diese Decreszenz werden über einer jeden Grundfläche zwei Flächen entstehen, die sich in einer gemeinschaftlichen mit *il* parallelen Kante vereinigen werden. Es kommt also alsdenn nur darauf an, die Neigungen dieser Flächen gegen einander und die Winkel zu bestimmen, welche z. B. durch

(*s*) Die Winkel *nlm* und *nim* sind stumpfe, *lni* und *lmi* aber spitze Winkel, obgleich gerade das Entgegengesetzte statt zu finden scheint, weil die Art der Projektion des Parallelepipedums, die zum folgenden Beweise die günstigste ist, es nicht anders gestattete.

die Decreszenz auf der Kante *iml* mit der Seitenfläche *mlgr* entstehen.

Man setze *rk* auf *il* senkrecht, und ziehe auch *ke* auf derselben Linie perpendikulär; dann mache man das ganze Dreieck *rke* fertig. Wenn wir uns nun eine Ebene vorstellen, die durch die Punkte *i*, *l*, *r* geht, so wird diese Ebene mit der Fläche parallel seyn, welche durch die Decreszenz mittelst einer Reihe auf der Ecke *iml* entsteht, und man sieht leicht ein, dafs der durch diese Fläche mit *ilgz* entstehende Winkel halb so grofs seyn mufs als der Winkel, den die erwähnte Fläche mit der Fläche bildet, die durch die Decreszenz auf der Ecke *iln* entsteht. *rk* befindet sich aber in der Ebene, die durch die Punkte *i*, *l*, *r* geht, und *ke* liegt in der Ebene *ilgz*; beide Linien stehen ferner auf dem gemeinschaftlichen Durchschnitt *il* der beiden Ebenen senkrecht, und *rke* ist daher der Neigungswinkel dieser beiden Ebenen oder halb so grofs wie der gesuchte Winkel, so dafs also *ker* das Messungsdreieck vorstellen kann.

Nun wollen wir nach und nach die Werthe für *er* und *ke* bestimmen.

1) Für *er*. Weil diese Linie auf *gz* senkrecht ist, und die Ebene *grz*, worin sie sich befindet, auf der Ebene *ilgz* senkrecht steht, mufs *er* auch auf dieser letzten Ebene senkrecht seyn.

Wenn wir nun von den Punkten *l* und *z* auf *nh* senkrechte Linien herablassen, so werden diese in einem gemeinschaftlichen Punkt *p* zusammenstofsen, und das Dreieck *lpz* wird auf der Ebene *ilgz* senkrecht

recht stehen; ferner ist es auch gleichschenkelig. Wenn man also ps auf die Mitte der Grundfläche lz herabläſst, so wird ps ebenfalls auf der Ebene $ilgz$ senkrecht stehen. Folglich $ps = er$. Aber ps ist der Sinus und sl der Cosinus des Winkels pls, der die halbe Neigung der Flächen $nlgh$ und $mlgr$ gegen einander ausdrückt.

Es ist also $ps : ls = \sqrt{29} : \sqrt{8}$.

Wir wissen ferner, daſs $lz : iz = \sqrt{14} : 1$.

Es sey $lz = \sqrt{14}$, in welchem Falle $iz = 1$ ist. Dann hat man $ls = \frac{1}{2} lz = \frac{1}{2} \sqrt{14}$. Folglich $ps : \frac{1}{2} \sqrt{14} = \sqrt{29} : \sqrt{8}$.

Hieraus folgt $ps = \sqrt{\frac{203}{16}} = er$.

2) Für ke. $ke = \frac{lz \times iz}{il} = \frac{lz \times iz}{\sqrt{(lz)^2 + (iz)^2}}$

$$= \frac{\sqrt{14}}{\sqrt{14 + 1}} = \sqrt{\frac{14}{15}}.$$

Folglich $er : ke = \sqrt{\frac{203}{16}} : \sqrt{\frac{14}{15}} = \sqrt{3045} : \sqrt{224}$.

Dies giebt $rke = 74° 49'$.

Die gesuchte Neigung ist also $= 149° 38'$.

134. Jetzt müssen wir nur noch den Neigungswinkel von einer jeden dieser Flächen gegen die angränzenden Seitenflächen bestimmen, z. B. den, der am Winkel iml liegenden Fläche gegen die Seitenfläche $mlgr$.

Es sey ilr (Fig. 71) die Ebene, welche durch die Punkte i, l, r (Fig. 70) gehen würde, und von der wir wissen, daſs sie mit der Fläche, wovon die

Rede ist, parallel läuft. Auf dieser Fläche wird die dreiseitige Pyramide *ilrm* gesetzt werden, bei welcher der Neigungswinkel von *lmr* gegen *ilr* das Supplement des gesuchten Winkels ist. Man darf daher nur die Gröſse dieses Neigungswinkels ausmitteln.

Wir wollen die Pyramide zuerst so betrachten, als wenn *m* ihre Spitze wäre, in welchem Falle das Dreieck *ilr* ihre Grundfläche seyn wird. Die Höhe *mt* dieser Pyramide wollen wir *h*, und *s* ihren körperlichen Inhalt nennen. Wenn man *mu* senkrecht auf *lr* herabgelassen und die Linie *tu* gezogen hat, so sieht man leicht ein, daſs *h* der Sinus des Winkels *mut* seyn muſs, der die Neigung von *lmr* gegen die Grundfläche *ilr* bestimmt, wenn *mu* der Halbmesser ist. Man muſs also das Verhältniſs zwischen *mu* und *h* aufsuchen. Zu dem Ende wollen wir nach und nach die Werthe dieser beiden Gröſsen bestimmen.

1) Für *mu*. Wenn man *ly* auf *mr* senkrecht gezogen hat, so hat man $mu = \frac{ly \times mr}{lr}$.

Aber $ly = pl$ (Fig. 70) $= \sqrt{(ps)^2 + (ls)^2}$
$= \sqrt{\frac{203}{16} + \frac{14}{4}} = \sqrt{\frac{259}{16}}$.

mr (Fig. 71) $= iz$ (Fig. 70) $= 1$.

lr (Fig. 71) $= \sqrt{(ly)^2 + (yr)^2} = \sqrt{\frac{259}{16} + \frac{1}{4}}$, weil $yr = \frac{1}{2}(mr)$ ist. Folglich $lr = \sqrt{\frac{263}{16}}$.

Also $mu = \frac{\sqrt{\frac{259}{16}}}{\sqrt{\frac{263}{16}}} = \sqrt{\frac{259}{263}}$.

2) Für h. Wenn man den doppelten Flächeninhalt des Dreiecks ilr nimmt, und ihn mit h multiplizirt, so erhält man $6s$ zum Produkt. Aber $rk \times il = 2 \times$ Flächeninhalt ilr. Weil nun rk (Fig. 70) $= \sqrt{(er)^2 + (ke)^2} = \sqrt{\frac{203}{16} + \frac{14}{15}} = \sqrt{\frac{3269}{16 \cdot 15}}$ und $il = \sqrt{15}$ ist, so ist $2 \times$ Flächeninhalt ilr (Fig. 71) $= \sqrt{\frac{3269}{16}}$. Folglich $6s = h \sqrt{\frac{3269}{16}}$.

Wir wollen einen zweiten Ausdruck für $6s$ suchen, worin alles bekannt ist; und zu diesem Ende wollen wir den Punkt i als die Spitze der Pyramide ansehen, in welchem Falle das Dreieck lmr ihre Grundfläche ist. Alsdenn hat man $2 \times$ Flächeninhalt lmr $= ly \times mr = \sqrt{\frac{259}{16}}$.

Die Höhe der Pyramide ist die Perpendikellinie, welche vom Punkte i auf die verlängerte Ebene des Dreiecks lmr herabgelassen wird. Wenn wir also lx (Fig. 70) auf pz und zu gleicher Zeit auch auf die ganze Ebene $inhz$ senkrecht setzen, so wird lx der Höhe der Pyramide $lmri$ (Fig. 71) gleich seyn. Aber

$$lx \text{ (Fig 69)} = \frac{ps \times lz}{pl} = \frac{\sqrt{\frac{203}{16} \cdot 14}}{\sqrt{\frac{259}{16}}} = \sqrt{\frac{203 \cdot 14}{259}}.$$

Folglich ist $6s = \sqrt{\frac{259}{16}} + \sqrt{\frac{203 \cdot 14}{259}} = \sqrt{\frac{203 \cdot 14}{16}}$. Wenn man nun die beiden Werthe für $6s$ einander gleich setzt, so hat man $h \sqrt{\frac{3269}{16}} = \sqrt{\frac{203 \cdot 14}{16}}$. Hieraus folgt

$h = \sqrt{\frac{2842}{3269}}$. Folglich $mu : h = \sqrt{\frac{259}{263}} : \sqrt{\frac{2842}{3269}}$, welches 69° 58′ für den Neigungswinkel von lmr gegen ilr giebt. Die Neigung der, dem Winkel iml (Fig. 69) gegenüber entstandenen Fläche gegen die Seitenfläche $mlgr$ ist also = 110° 2′.

135. Wenn man den Neigungswinkel derselben Fläche gegen $imrz$ bestimmen wollte, so dürfte man bloſs für die Linie mu eine Perpendikellinie substituiren, welche vom Punkte m auf die Diagonale, die durch die Punkte i und r gehen würde, herabgelassen wird, und wenn man diese Perpendikellinie für den Halbmesser annimmt, so wird h noch der Sinus des Supplementswinkels der gesuchten Neigung seyn.

136. Es wird nicht überflüssig seyn, eine Vergleichung der eben angeführten Methode mit derjenigen anzustellen, welche in dem Gebrauch des gewöhnlichen Messungsdreieckes besteht. Es sey $i'g'$ (Fig. 72) das, der Kerngestalt (Fig. 70) ähnliche integrirende Molekül. Man ziehe $m'u'$ auf die Diagonale $l'r'$ senkrecht, und setze auch noch eine andere Perpendikellinie cu' auf $l'r'$, welche aber zugleich auch auf der Diagonale $n'z'$ oder auf dieser verlängerten Linie senk-

recht steht. Es sey $u'm'b$ (Fig. 73) das Messungsdreieck, in welchem $u'm'$ eben dieser Linie in der Fig. 72 gleich ist; $u'b$ (Fig. 73) muſs man für die verlängerte Linie cu' (Fig. 72.) halten, der sie auch gleich ist, und $m'b$ fällt mit der durch die Decreszenz hervorgebrachten Seite zusammen, woraus folgt, daſs der Winkel $u'm'b$ das Supplement des gesuchten Neigungswinkels seyn muſs. Hiernächst müſste man die Werthe für $u'm'$ und bu', dann den von diesen Linien eingeschlossenen Winkel $m'u'b$ suchen, und mit Hülfe dieser Angaben müſste man das Dreieck berechnen, um den Winkel $u'm'b$ zu finden. Weil $m'u'b$ aber ein schiefer Winkel ist, so ist man genöthigt, die Wurzeln der Wurzelgröſsen, welche $u'm'$ und bu' bedeuten, durch Annäherung auszuziehen. Man vermeidet das Unangenehme dieser Berechnung durch die oben angezeigte Methode, wenn man einen Winkel mtu (Fig. 71), der ein rechter Winkel ist, für den Winkel $m'u'b$ substituirt, wodurch man die Aufgabe nicht allein einfacher, sondern auch strenger aufzulösen im Stande ist.

137. Durch eine vorläufige, eben so einfache als leichte Rechnung, kann man sich alle unnütze Berechnungen ersparen, die man machen müſste, wenn man ein Decreszenzgesetz zum Grunde legte, das nicht das wahre wäre. In dem jetzt von uns zu untersuchenden Falle würde man z. B. damit den Anfang machen, daſs man zwei Parallelogramme, die den Parallogramme $lmrg$ und $imrz$ (Fig. 70) ähnlich sind, zeich-

net, wie dies die Fig. 74. vorstellt (*t*). Die Bedingungen, welche erfordert werden, damit diese Parallelogramme ihre gehörigen Dimensionen erhalten, sind, daſs der Winkel *lmr* oder *miz* ungefähr 83° groſs ist, (die eigentliche Gröſse nach den angenommenen oben angeführten Daten wäre 82° 54′) und daſs die Perpendikellinie, welche vom Punkte *l* auf *mr* herabgelassen wird, diese Linie in zwei gleiche Theile theilt, wie man dies leicht von der Perpendikellinie *lp* (Fig. 70) abnehmen kann, welche eben dieses bewirkt.

Hierauf muſs man am Krystall die Winkel messen, welche die Durchschnitte der durch die Decreszenz erhaltenen Fläche mit der Kante *mr* (Fig. 70) machen, von denen der eine die Ebene *lmrg*, der andere die Ebene *imrz* schneidet, und dann zieht man in den Parallelogrammen der Fig. 74 die Linien *ac*, *cd*, welche mit der Linie *mr* dieselben Winkel bilden. Hierauf legt man durch den Punkt *r* die mit den eben angeführten Linien parallelen Linien *rl* und *ri*. Man sieht hieraus, daſs *rl* und *ri* Diagonalen der Parallelogramme sind, und schlieſst daraus, daſs die Decreszenz durch eine einzige Reihe ganz um den Winkel *m* (Fig. 70) herum geschieht.

Wenn einer von den Durchschnitten durch *ac* (Fig. 74), der andere aber durch *cd′* ausgedrückt worden wäre, so daſs die mit dieser letzteren parallel gehende Linie *ri′* in die Mitte der Linie *mi* fiele, so

(*t*) Man sieht leicht ein, daſs diese Parallelogramme einander gleich und ähnlich sind.

würde daraus folgen, daſs die auf dem Winkel *lmr* statt findende Decreszenz durch zwei Reihen in der Breite geschehen müsse.

Obgleich diese Methoden die Gröſse und die Richtung der Decreszenzen sehr richtig angeben können, so machen sie doch die Berechnung der Neigungen der dadurch hervorgebrachten Flächen nicht entbehrlich, weil diese Neigungswinkel viel genauer und bestimmter gemessen werden können, und diese Berechnung als eine Beglaubigung der präsumirten Gesetze bei der von uns angeführten tappenden Methode angesehen werden kann.

Von den Kerngestalten, welche vom Parallelepipedum verschieden sind, und von der Analogie zwischen den Decreszenzen, deren sie fähig sind, mit denen, welche das Parallelepipedum angehen.

138. Die Verwandschaft, welche ich hier unter den verschiedenen Krystallisationen der Mineralien dadurch aufzustellen bemüht gewesen bin, daſs ich alle nur möglichen Varietäten unter eine und dieselbe Einheit zustellen suchte, welche Einheit das Parallelepipedum war, gründet sich auf einen Gesichtspunkt, den ich schon einmal an irgend einem andern Orte angezeigt habe. Er besteht nämlich darin, daſs die Decreszenzen, wodurch irgend eine sekundäre Gestalt entsteht, nach den leeren Zwischenräumen zwischen einem Blättchen und dem folgenden geschätzt, und beständig

durch die Summe dieser Parallelepipeden, welche ich subtraktive Moleküls nannte, gemessen werden. Dies darf man aber nicht für eine bloſse Hypothese halten, weil die Flächen der kleinen Parallelepipeden, worauf es hier ankommt, nach der Richtung des Gefüges (*joints naturels*) der Krystalle liegen, so daſs man durch mechanische Theilung ganz ähnliche Körper erhalten kann, wobei man aber einen Theil der Schnitte, deren die Kerngestalt fähig ist, ganz auſser Acht läſst, und sich bloſs auf drei von diesen Schnitten einschränkt, die nach der Richtung dreier verschiedener Ebenen liegen.

139. Die Theorie gelangt aber nicht bloſs dadurch zu ihrem Zweck, daſs sie sich auf die Betrachtung der subtraktiven Moleküls allein einläſst, sondern man kann, durch sie geleitet, sogar eine diesem Molekül ähnliche Kerngestalt annehmen, anstatt daſs man sie sonst gewöhnlich durch mechanische Theilung findet, und auf diese Weise kann man gleichfalls dahin gelangen, die sekundären Gestalten durch regelmäſsige Gesetze der Decreszenz zu bestimmen. Dies wird durch die Anwendung der eben angezeigten Grundsätze auf die verschiedenen Kerngestalten des Parallelepipedums noch deutlicher werden.

Vom Rhomboïdaldodekaëder.

140. Es sey *ep* (Fig. 75) eins von diesen Dodekaëdern. Man nehme schneidende Ebenen an, die durch den Mittelpunkt gehen, und von denen eine jede mit zweien entgegengesetzten Flächen des Dode-

kaëders parallel läuft. Man sieht leicht ein, daſs hierzu sechs Ebenen erfordert werden. Jede von ihnen wird ferner durch zwei kleine Diagonalen und durch vier Kanten gehen. Die Fläche z. B. welche mit den beiden Rhomben *dlfn* und *boht* parallel geht, läuft durch die Diagonale *gy*, die beiden Kanten *ye* und *er*, durch die Diagonale *rq*, und die beiden Kanten *qp* und *pg*. Das Dodekaëder hat also in Allem zwölf kleine Diagonalen und vier und zwanzig besondere Kanten, von denen eine jede zweien benachbarten Rhomben gemeinschaftlich zugehört. Hieraus folgt daher, daſs die sechs Flächen ihre Durchschnitte durch alle Kanten und durch alle schiefen Diagonalen des Dodecaëders machen. Drei Flächen durchschneiden also beständig die drei Seiten eines jeden Dreiecks, z. B. *ylg* oder *yog*, welche einen halben Rhombus vorstellen, der nach der Richtung seiner kleinen Diagonale durchschnitten ist. Weil diese Schnitte aber zugleich auch durch den Mittelpunkt *c* gehen, so werden sie eine dreiseitige Pyramide oder ein Tetraëder abschneiden. Das Dodekaëder wird demnach aus vier und zwanzig Tetraëdern zusammengesetzt seyn, die einander alle gleich und ähnlich sind.

Diese Tetraëder bilden je sechs und sechs vier Rhomboëder, von denen eines jeden eine Spitze, wie *y*, *h*, *f* oder *r* nach auſsen, die andere aber nach dem Mittelpunkte *c* des Dodekaëders liegt. Diese Rhomboëder stellen hier also die substraktiven Moleküls vor.

141. Ehe wir weiter gehen, wollen wir das Ver-

hältnifs zwischen den beiden halben Diagonalen g und p eines jeden Rhombus bestimmen.

Wenn man die kleinen Diagonalen yd, yb, br, rd der Rhomben betrachtet, die sich um eine und ebendieselbe Ecke e, welche aus vier Flächen zusammengesetzt ist, vereinigen, so ist es einleuchtend, dafs sie ein Quadrat bilden. Wenn man ferner auf die grofsen Diagonalen lo, ot, tn, nl der vier, den vorigen angränzenden Rhomben Rücksicht nimmt, so bilden sie ebenfalls ein auf der Axe senkrechtes Quadrat, welches durch die Punkte e und p geht, d. h. also, die beiden Quadrate sind unter einander parallel. Wir wollen uns indefs einmal vorstellen, dafs das erste aus den vier kleinen Diagonalen zusammengesetzte Quadrat sich parallel mit sich selbst längst der Axe von e nach p bewege, bis es mit der Fläche des zweiten aus den vier grofsen Diagonalen zusammengesetzten Quadrates zusammenfällt. Es ist einleuchtend, dafs der Punkt y sich alsdenn in der Mitte y' der Diagonale lo, der Punkt b in der Mitte b' der Diagonale ot, der Punkt r in der Mitte r' der Diagonale tn, und der Punkt d in der Mitte d' der Diagonale nl befinden wird. Das erste Quadrat befindet sich daher im zweiten, und die grofse Diagonale verhält sich zur kleinen, oder, welches einerlei ist, g verhält sich zu p, wie die Seite des umschreibenden Quadrats zur Seite des umschriebenen Quadrates, d. h. wie $\sqrt{2}$ zur Einheit.

Wir wollen eine zweite Auflösung durch die Analyse versuchen. Wenn man yx auf gl und gz auf lf senkrecht gezogen hat, so mufs $yx = gz$ seyn.

Wenn man den Punkt y als die Spitze des Rhomboëders annimmt, so findet man für yx den Werth $\sqrt{\frac{4g^2\,p^2}{g^2+p^2}}$ (man sehe 31. 1)). Aber die sechs Rhomben $dlfn$, $glfp$, $ogph$ u. s. f., die an die unteren Seitenkanten des Rhomboëders gränzen, haben gerade die Lage, wie die sechs Seitenflächen einer regelmäſsigen sechsseitigen Säule; wenn man nun durch gz eine auf dem Rhombus $glfp$ senkrechte Fläche legt, so wird sich auf dieser Ebene ein regelmäſsiges Sechseck befinden, dessen Seite gz einer Perpendikellinie gleich ist, die vom Punkte g auf die Axe des Rhomboëders gezogen wird, weil diese eine von den groſsen Halbmessern des Sechsecks ist. Folglich gz $=\sqrt{\frac{4}{3}g^2}$. Daher auch $\sqrt{\frac{4g^2\,p^2}{g^2+p^2}} = \sqrt{\frac{4}{3}\,g^2}$. Wenn man die Wurzelzeichen wegschafft, und durch $4g^2$ dividirt, so ist $\frac{p^2}{g^2+p^2} = \frac{1}{3}$. Also $g^2 + p^2$ $= 3p^2$ und $g^2 = 2p^2$. Hieraus folgt $g : p = \sqrt{2} : 1$, welches dem oben erhaltenen Verhältnisse gleich ist.

142. Eben so kann man auch leicht beweisen, daſs die Flächen eines jeden Tetraëders gleiche und ähnliche gleichschenkelige Dreiecke sind. Denn es sey eg (Fig. 76) das Rhomboëder, dessen Spitze y (Fig. 75) ist. Man ziehe die Axe cy und die kleinen Diagonalen yg und cl der Rhomben $ylgo$ und $gcdl$; nun wollen wir das Tetraëder untersuchen, dessen Flächen die Dreiecke ylg, lcy, cgl, cyg sind. In dem erste-

ren ist ganz ohne Zweifel $yl = gl$. Das zweite hat mit dem vorigen eine gemeinschaftliche Seite yl; ferner ist $cl = yg$. Aber die Axe $cy = \sqrt{9p^2 - 3g^2} = \sqrt{9-6} = \sqrt{3}$. Also $cy = yl$. Man sieht also sehr leicht ohne allen Beweis dafs jedes von den andern beiden Dreiecken irgend einem von den beiden ersten gleich und ähnlich seyn mufs.

Man kann es leicht einsehen, dafs sich die an einander gränzenden Flächen des Dodekaëders gegen einander unter Winkeln von 120° neigen müssen.

143. Wir wollen einmal Decreszenzen durch eine einzige Reihe von Rhomboëdern auf allen Kanten des Dodekaëders annehmen. Wenn man die Wirkung dieser Decreszenzen in Rücksicht auf die oberen Seitenkanten ye, yl, yo u. s. f. (Fig. 75) des Rhomboëders, dessen Spitze y ist, untersucht, so werden diese ein anderes stumpferes Rhomboëder zu bilden streben, dessen schiefe Diagonalen mit den Kanten ye, yo, yl zusammenfallen. Weil aber die Fläche $ylgo$ z. B. gegen die anstofsenden Flächen $glfp$ und $yohp$ unter demselben Winkel geneigt ist, als gegen $dlye$, so werden die Decreszenzen auf den untern Kanten lg, go u. s. f. neue Flächen hervorbringen, deren Lage der der ersteren ganz gerade entgegengesetzt ist; sie werden sie aber auch ferner durchschneiden, so dafs sich über einem jeden Rhombus des Dodekaëders eine vierseitige Pyramide befindet, deren gleiche und ähnliche Flächen mit den angränzenden Flächen der benachbarten Pyramiden in einerlei Ebene liegen. Es seyen

edly, *eboy*, *goyl* (Fig. 77) dieselben Rhomben, welche in der Fig. 75 gezeichnet sind, und *m*, *s*, *u* die Spitzen der drei über diesen Rhomben errichteten Pyramiden. Die beiden an einander gränzenden Dreiecke *osy* und *ouy*, welche ungleichseitige Dreiecke sind, weil *os* gröſser wie *ys* und *ou* gröſser wie *yu* ist, bilden durch ihre Verbindung mit einander das Trapezoïd *osyu*; weil nun die Summe dieser zwölf Pyramiden acht und vierzig Dreiecke giebt, so wird die Oberfläche des sekundären Krystalles aus vier und zwanzig gleichen und ähnlichen Pyramiden bestehen.

Diese Struktur findet bei einer sehr gemeinen Varietät des Granates statt, welcher ich den Namen Trapezoïdalgranat gegeben habe. Der Analcim und der Schwefelkies haben zuweilen dieselbe Gestalt. Beim ersteren entsteht sie aber durch eine Decreszenz mittelst zweier Reihen auf allen Ecken eines Würfels, wie sich Jeder leicht durch den Kalkul überzeugen kann; wie sie aber aus dem Oktaëder entsteht, werde ich mit Rücksicht auf den Schwefelkies bei dieser Körpergestalt zeigen.

144. Man kann sehr leicht die Data finden, welche zur Berechnung der Winkel dieses angeführten Trapezoïdalkörpers erfordert werden. Es sey *mz* die Höhe der Pyramide, deren Spitze *m* ist; man ziehe *zx* senkrecht auf *yl* und alsdenn *mx*. Man sieht leicht ein, daſs die Fläche des Trapezoïds *ymlu* mit der Fläche parallel geht, die durch die Kanten *og* und und *de* gelegt werden könnte. Hieraus folgt, daſs der Winkel *mxz*, den dies Trapezoïd mit irgend einem

von den Rhomben *ylde*, *ylgo* bildet, demjenigen gleich ist, den eine durch *og* und *de* gelegte Ebene mit denselben Rhomben bilden würde. Die Gröſse dieses Winkels beträgt 30 Grad, weil beide Rhomben gegen einander unter einem Winkel von 120 Grad geneigt sind. In der Pyramide *yedlm* beträgt also die Neigung einer jeden Fläche gegen die Grundfläche ebenfalls 30 Grad, d. h. es verhält sich $mz : xz = 1 : \sqrt{3}$. Ferner verhalten sich die Diagonalen der Grundfläche gegen einander, wie $\sqrt{2}$ zu 1, welches schon genügt, um alles übrige darnach zu bestimmen.

Nach diesen Angaben wird man finden, daſs der Sinus des halben Neigungswinkels von *yml* gegen *yme* sich zum Cosinus desselben Winkels wie $\sqrt{11}$ zu 1 verhält. Hieraus findet man 146° 26′ 33″ für die Gröſse des Winkels; und weil der Sinus des halben Neigungswinkels von *yml* gegen *dml* sich zum Cosinus desselben Winkels wie $\sqrt{5} : 1$ verhält, so ist die Gröſse dieses Neigungswinkels 131° 48′ 36″.

145. Folgende neue Bemerkung wird dazu dienen können, die Struktur des beim Dodecaëder zum Grunde liegenden Trapezoïdalkörpers besser einzusehen. Es sey bei einem jeden aufgeschichteten Blättchen, z. B. bei dem ersteren von denjenigen, die auf der Fläche *ylgo* (Fig. 75 und 77) gedacht werden müssen, die eine Seitenfläche mit *dlye* (Fig. 75), die andere aber mit *gohp* parallel, anstatt daſs diese Seitenflächen, wenn die Decreszenzen durch Hülfe eines einzigen Rhomboëders, dessen obere Spitze in *y* befindlich ist, entständen, alle beide mit *dlye* parallel seyn müſsten. Es

sey *luza* (Fig. 78) ein geometrischer Schnitt des ersten Blättchens, der durch eine auf *ylgo* (Fig 75) senkrechte Ebene bewirkt wird, und mitten durch *yl* und *ep* geht. Die kleinen Dreiecke, woraus dieser Schnitt besteht, werden die Durchschnitte von eben so vielen halben Rhomboëdern vorstellen, von denen ein jedes aus drei Tetraëdern gebildet ist. Dasjenige Rhomboëder, zu welchem die beiden Dreiecke *eul* und *dle* (Fig. 78) oder das Viereck *lued* gehören, ist im Besitz derjenigen Fläche, welche mit *lu* korrespondirt, und mit *dlye* (Fig. 75) parallel läuft; und dem Rhomboëder, zu welchem das Viereck *azpo* (Fig. 78) gerechnet wird, gehört diejenige Fläche an, auf welche die mit *gohp* (Fig. 75) parallel laufende Linie fällt. Wenn man nach und nach die Summe der kleinen Rhomboëder, welche durch die Vierecke *lued*, *azpo* (Fig. 78) und durch ihre Mittellinien bezeichnet werden, aufzählt, so erhält man einen Rest, der die Hälfte des Rhomboëders ausmacht, und durch das Dreieck *kst* bezeichnet wird. Hieraus folgt, daſs das Blättchen nicht einzig und allein aus vollkommenen Rhomboëdern gebildet ist, wenn man es, für sich allein betrachtet, untersucht. Dies hindert aber nicht, daſs man nicht die ganze Kerngestalt und die verschiedenen aufgeschichteten Blättchen immer in eine bestimmte Anzahl von Rhomboëdern sollte auflösen können. Um dies zu beweisen, sey ULMQZX (Fig. 79) ein sechsseitiger Schnitt von einem Dodekaëder, der durch die Verlängerung derselben Ebene, welche den Schnitt *lazu* (Fig. 78) bewirkt hat, hervorgebracht wird.

Es leuchtet sehr leicht ein, daſs die Verbindung von allen den in diesem Sechsecke befindlichen Dreiecken, von denen ein jedes der Schnitt von einem halben Rhomboëder ist, in dem Falle, wenn dieses bloſs aus Vierecken zusammengesetzt wäre, lauter vollkommene Rhomboëder vorstellen würde. Es würde daher schon genügen, wenn man beweisen könnte, daſs durch die Hinzukunft von sechs halben Rhomboëdern, die durch das Dreieck *k s t* (Fig. 79) bezeichnet werden, und durch die fünf andern Dreiecke, die eine ähnliche Lage haben, nebst dem Sechsecke noch ein Ganzes ohne irgend einen Rest gebildet würde. Hiervon überzeugt man sich sehr leicht, wenn man die Vierecke *s k γ t*, U *a γ k*, *a* U *δ ζ*, *ε ϑ ζ δ* u. s. f. nach und nach untersucht. Sie liegen auſserhalb dem Sechsecke *a b c d f g*, welches schon für sich allein eine vollkommene Verbindung von Viereken vorstellt. Daſs man die Verbindung dieser Figuren ohne allen Rest wahrnimmt, kommt daher, daſs man vermöge der Konstruktion alle Rhomboëder ohne Unterschied nach der einen und der andern Seite gewahr wird, so daſs die Dreiecke sich wechselseitig einander ergänzen, und die Einheit in der Struktur erhalten.

146. Jetzt wollen wir einmal anstatt des Dodecaëders ein Rhomboëder, das demjenigen ähnlich ist, woraus das Dodecaëder zusammengesetzt worden, zur Kerngestalt annehmen, und die Gesetze der Decreszenz untersuchen, welche dieser Annahme zufolge einen Trapezoïdalkörper zum Produkt geben müssen. Es sey *c q* (Fig. 81 XV Taf.) dieser Körper, und A *a*

(Fig. 80)

(Fig. 80) die dazu gehörige rhomboëdrische Kerngestalt. Es ist sehr deutlich, daſs die drei Trapezoïden *cmlu* (Fig. 81), *cuos* und *cmzs*, die um die Ecke *c* herum liegen, welche der Ecke A (Fig. 80) korrespondirt, durch ein Gesetz der Decreszenz entstehen müssen, das durch $\overset{}{\underset{1}{B}}$ angedeutet wird. Ferner läſst es sich leicht beweisen, daſs die sechs Trapezoïden *adin* (Fig. 81), *ilkf*, *kgyp* u. s. f. eine mit der Axe *cq* parallele Lage haben. Denn wenn man die groſse Diagonale *fl* von irgend einem *ilkf* dieser Trapezoïden zieht, so stimmt diese völlig mit der Kante *fl* (Fig. 75) überein, von der es sehr in die Augen fallend ist, daſs sie mit der durch die Punkte *c* und *q* gezogenen Axe parallel geht. Das Trapezoid, von dem hier die Rede ist, entsteht also durch eine Decreszenz, deren Beschaffenheit $\overset{2}{e}$ ausdrückt.

Nun bleibt uns noch das Gesetz zu bestimmen übrig, welches die Trapezoïden *dmli*, *ulkg*, *ougy* u. s. f. hervorbringt. Dieses Gesetz wirkt auf die untern Kanten D, D (Fig. 80) der Kerngestalt. Wir haben schon gesehen, daſs der Sinus des halben Neigungswinkels von zweien dieser Trapezoiden, z. B. von *ulkg* und *ougy*, die auf zwei verschiedenen Seiten einer und eben derselben Kante liegen, sich zum Cosinus dieses Winkels wie $\sqrt{11} : 1$ verhält. Wenn man die allgemeine Hauptformel (46) für eben dies Verhältniſs nimmt, so erhält man

$$\sqrt{\left(\frac{2n+1}{3n-3}\right)^2 a^2 + \tfrac{4}{3}g^2} : \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right)^2 \tfrac{1}{3}a^2}$$
$$= \sqrt{11} : 1.$$

Wenn man für a^2 und g^2 ihre Werthe 3 und 2 substituirt, und dann die Wurzelzeichen fortschafft, so erhält man $\left(\frac{2n+1}{3n-3}\right)^2 3 + \frac{8}{3} : \left(\frac{1}{n-1}\right)^2 = 11 : 1.$ Man setze nun die beiden äuſseren und mittleren Glieder einander gleich, so daſs also $\left(\frac{2n+1}{3n-3}\right)^2 3 + \frac{8}{3}$ $= \left(\frac{1}{n-1}\right)^2 11.$

Multiplicirt man dann die ganze Gleichung durch $3(n-1)^2$, so erhält man $(2n+1)^2 + 8(n-1)^2 = 33.$

Entwickelt man diese Gröſsen nun gehörig, und reducirt sie, so ist $n^2 - n = 2$. Hieraus folgt $n = \frac{1}{2} \pm \frac{3}{2}$, und wenn man das positive Zeichen wählt, ist $n = 2$, d. h. $\overset{2}{D}$ wird der Ausdruck für die Decreszenz seyn.

Für den Inbegriff aller Decreszenzen hat man folglich die Bezeichnung $\overset{2}{e}\overset{2}{D}\underset{1}{B}$, welche genau beim analogievollen kohlengesäuerten Kalk statt findet, dessen Strukturgesetze wir schon oben auseinandergesetzt haben.

Von der regelmäſsigen sechsseitigen Säule.

147. Bei der räsonnirenden Auseinandersetzung der Grundwahrheiten der Theorie (S. 81 und 152) habe ich schon gezeigt, daſs sich die regelmäſsige sechsseitige Säule, wenn sie parallel mit ihren Seitenflächen und Grundflächen getheilt wird, in eine Menge kleiner gleichseitig dreiseitiger Prismen auflöſst, welche je zwei und zwei Prismen bilden, deren Grundflächen

Rhomben von 120 und 60 Graden sind. Diejenigen meiner Leser, welche mit den Grundwahrheiten der Geometrie vertraut sind, werden einsehen, dafs sich dieses von selbst versteht. Die angegebenen Prismen stellen also in diesem Falle subtraktive Moleküls vor.

Die Berechnung der Decreszenzen bei den sekundären Krystallen, die von der regelmäfsigen sechsseitigen Säule abgeleitet werden müssen, ist so einfach, dafs es überflüssig wäre, sie hier zu entwickeln, und eine Anwendung davon zu machen.

148. Wenn man an der Stelle dieser sechsseitigen Säule, von der ich annehme, dafs die obere Grundfläche durch das Sechseck ABCDFG (Fig. 82) vorgestellt wird, eine vierseitige Säule annimmt, welche den Rhombus *m d n a* von 120 und 60 Graden zur Grundfläche hat, so sieht man leicht ein, dafs alle Decreszenzen, die auf den vier Kanten AB, AG, CD, FD der Grundfläche der ersten Säule statt finden, auch auf gleiche Weise auf den Kanten *am*, *an*, *dm*, *dn* der Grundfläche der zweiten Säule wirksam seyn müssen. Aber anstatt der Decreszenzen auf den Kanten BC und GF hat man andere auf den Ecken *dma* und *dna*.

Eben so einleuchtend ist es auch, dafs die Decreszenzen, welche bei der sechsseitigen Säule auf der Ecke BAG oder CDF vorkommen, beim zweiten Prisma auf der Ecke *a* oder *d* wieder eintreffen werden. Wenn man aber Decreszenzen auf den Ecken B, C u. s. f. des ersten Prisma mit den Linien *hg* und *rs* parallel annimmt, so dafs z. B. eine einzige subtra-

hirte Reihe vorausgesetzt wird, so werden bei der rhomboëdrischen Säule analoge Decreszenzen entstehen, es werden mittlere Decreszenzen, und sie laufen mit den Linien $h'g'$ und $r's'$ parallel. Sie haben eine solche Lage, daſs $mg' = 2mh'$ oder $ms' = 2mr'$.

Obgleich man also, wenn man diese zweite Säule als Kerngestalt annimmt, schlechterdings dieselben sekundären Gestalten erhält, als bei der ersten zum Grunde gelegten Säule, so ist es doch natürlicher, diese letzte für die Kerngestalt anzuerkennen, weil die Decreszenzen, welche sie erleidet, in gewisser Rücksicht viel einfacher sind, und mehr symmetrisch geschehen. Solche Substitutionen führen überhaupt im Allgemeinen zu Resultaten, die zwar für die Theorie nicht unwichtig seyn können, bei der Anwendung aber gewöhnlich nicht so bequemen Gebrauch gestatten, als die auf dem geraden Wege erhaltenen. Der wahre Vereinigungspunkt für alle mögliche Krystallisationen ist die Einheit des subtraktiven Moleküls, welches von jeder Veränderung der Kerngestalt unabhängig beständig den Charakter des Parallelepipedums beibehält.

Vom Oktaëder.

149. Die Kerngestalten, von denen wir bisher geredet haben, waren aus Moleküls zusammengesetzt, die an ihren ähnlichen Flächen mit einander verbunden waren. Dieses findet aber bei den Moleküls nicht statt, welche zu den jetzt von uns zu untersuchenden Gestalten gehören. Durch mechanische Theilung ge-

leitet hat man eingesehen, dafs sich diese Moleküls in gewissen Fällen nur durch ihre Seitenkanten, in andern Fällen aber nur durch eine gewisse Anzahl ihrer Seitenflächen mit einander verbinden, und kleine Zwischenräume zwischen sich lassen; denn sonst müfste man in übrigens sehr reinen Mineralien zwei verschiedene Arten von Moleküls annehmen, wodurch die Einheit der Natur aufgehoben wird, welche man unfehlbar bei den Fossilien vorauszusetzen hát. Endlich werden wir auch sehen, dafs die Schwierigkeiten, welche von ihrer Struktur herrühren, nur von der Gestalt des integrirenden Moleküls nicht aber des subtraktiven Moleküls, das immer ein bestimmtes Parallelepipedum ist, abgeleitet werden mufs. Dies hindert aber nicht, die Krystallbildung auf sehr einfache und regelmäfsige Gesetze der Decreszenz zurück zu führen. Mit einem Worte, die Theorie hat keinen Beruf, eine Schwierigkeit zu heben, welche ihr gar nichts angeht.

Es sey EP (Fig. 83) ein Oktaëder, welches wir für regelmäfsig ansehen wollen. Alles was ich hier vom Oktaëder sagen werde, schränkt sich von selbst blofs auf diejenigen Oktaëder ein, die von gleichschenkeligen oder gleichseitigen Dreiecken begrenzt werden, und in der Folge werden wir das Eigenthümliche in der Struktur dieser letzteren noch näher kennen lernen können.

Es ergiebt sich schon durch die blofse Ansicht der Figur, dafs das ganze Oktaëder, wenn man durch die Linien *gk*, *km*, *ks* u. s. f. Ebenen legt, welche die Seiten EL, EO, OR u. s. f. so in zwei gleiche Theile

theilen, daſs diese Ebenen auch zu gleicher Zeit durch den Mittelpunkt *c* gehen, in sechs partielle Oktaëder, deren äuſsere Spitzen mit der des Ganzen zusammenfallen, und in acht zwischen den Oktaëdern eingeschobene Tetraëder getheilt werden müsse, von denen eins das Dreieck *g i k*, ein zweites das Dreieck *m k s* u. s. f. zur äuſsern Fläche hat. Auf der andern Seite müssen wir aber bemerken, daſs ein auf eben die Art geschnittenes (*u*) Tetraëder (Fig. 84) ein neues Oktaëder ʒϑ giebt, dessen Mittelpunkt mit dem des eben erwähnten Tetraëders zusammenfällt, ferner noch vier partielle Tetraëder, die durch das Wegschneiden der Ecken vom ganzen Tetraëder zum Vorschein kommen.

Man nehme an, daſs das erste Oktaëder EP (Fig. 83) noch ferner durch solche Schnitte getheilt werde, die den vorigen parallel laufen, und in gleichen Entfernungen von einander stehen. Jedes Oktaëder wird auf diese Weise in sechs neue Oktaëder und acht Tetraëder, und jedes Tetraëder wieder in ein Oktaëder und vier Tetraëder getheilt, so daſs alle Oktaëder auf der einen und alle Tetraëder auf der andern Seite, und daſs ferner die Flächen des Oktaëders den Flächen des Tetraëders unter einander gleich sind.

151. Die Anzahl der Tetraëder und Oktaëder, die man nach und nach durch diese verschiedenen Theilungen erhält, bilden zwei wiederkehrende Reihen, bei

u) Die Projektion dieses Tetraëders ist derjenigen ganz ähnlich, welche in der Fig. 83 mit denselben Buchstaben angedeutet worden ist.

welchen beiden man sehr leicht einen allgemeinen Ausdruck für irgend ein Glied finden kann.

A, B, C, D u. s. f. sollen die den Tetraëdern zugehörige Reihe, und *a*, *b*, *c*, *d* u. s. f. die Reihe für die Oktaëder bezeichnen.

Nun ist $A = 8$ und $a = 6$.

$B = 4A + 8a = 80$. $b = 6a + A = 44$.

$C = 4B + 8b = 672$. $c = 6b + B = 344$ u. s. f.

Wenn man diese beiden Reihen unter einander setzt, so ist

A	B	C	D	E
8	80	672	5540	43648 u. f.
a	*b*	*c*	*d*	*e*
6	44	344	2736	21856 u. f.

Nun wollen wir irgend ein Glied der ersten Reihe entwickeln. Man findet $B = 8^2 + 2.8$, d. h. man erhält B dadurch, dafs man das erste Glied A mit 8 multiplizirt, und dazu 2.8 addirt. Auch das zweite Glied multiplicirt man eben so mit 8, wodurch man $8^3 + 2.8^2$ oder 640 erhält, welches vom dritten Gliede um 32 oder 4. 8 verschieden ist. Ich bemerke nur noch, dafs man, wenn man weiter so fortfährt, der Reihe die neue Form geben kann

A	B	C	D

8^1, $8^2 + 2.8$, $8^3 + 2.8^2 + 4.8$, $8^4 + 2.8^3 + 4.8^2 + 8.8$ u. s. f., d. h. wenn *n* die Höhe des Gliedes, wofür man einen Ausdruck sucht, andeutet, die Reihe die Form $8^n + 2.8^{n-1} + 2^2.8^{n-2} + 2^3 8^{n-3} \ldots + 2^{n-1}.8^{n-(n-1)}$ oder $2^{n-1}, 8$ hat.

Nimmt man die Theile dieser Glieder in einer umgekehrten Ordnung, so bildet sich eine wachsende geometrische Progression, worin das erste Glied $a = 2^{n-1}$; 8 das letzte Glied, $w = 8^n$ und der Quotient $q = 4$ ist.

Nennt man also s die Summe oder die eigentlich zu suchende Gröſse, so ist $s = \frac{qw - a}{q - 1} = \frac{4 \cdot 8^n - 8 \cdot 2^{n-1}}{3}$
$= \frac{4 \cdot 8^n - 4 \cdot 2 \cdot 2^{n-1}}{3} = \frac{4}{3}(8^n - 2^n)$.

Ferner bemerke ich aber, daſs jedes Glied der unteren, den Oktaëdern zugehörigen Reihe, halb so groſs ist wie das korrespondirende Glied der obern, den Tetraëdern zukommenden Reihe, wenn dazu noch 2^n addirt wird. Ist also s' ein eben so vieltes Glied wie s, so hat man $s' = \frac{1}{2} s + 2^n = \frac{2}{3}(8^n - 2^n) + 2^n$ $= \frac{2}{3} \cdot 8^n - \frac{2}{3} \cdot 2^n + \frac{3}{3} \cdot 2^n = \frac{2}{3} \cdot 8^n + \frac{1}{3} 2^n$.

Ein solches Gemenge von Oktaëdern und Tetraëdern ist unvermeidlich, man mag die Theilung unternehmen, wie man will, und das ganze Oktaëder mit einer jeden beliebigen Fläche parallel theilen.

Ich bemerke indeſs, daſs die kleinen Körperchen dieser beiden Gattung so unter einander vertheilt sind, daſs wenn man die einen oder die andern gleich Null setzt, die zurückbleibenden Körper durch ihre Seitenkanten mit einander verbunden werden, und zwischen sich leere Räume lassen, die den weggelassenen Körpern ähnlich sind.

152. Die Gröſse des leeren Raums, welche bei einem Oktaëder vom fluſsgesäuerten Kalk, oder bei irgend einem andern Fossil, zu dem die angeführte

Kerngestalt ebenfalls gehört, entstehen würde, wenn die eben angezeigte Annahme in der Natur wirklich statt fände, würde gar nichts Ueberraschendes gewähren. Wir wollen den Krystall nämlich zuerst einmal ohne alle leere Räume annehmen. Es sey a^3 die körperliche Masse von einem der kleinen Oktaëder, woraus das Ganze besteht; sie betrage $\frac{1}{8}$ von der körperlichen Masse des ganzen Oktaëders, weil die Axe desselben halb so grofs ist, wie die Axe des letzteren. Die sechs kleinen Oktaëder würden also durch die Vereinigung mit einander $\frac{6}{8}$ des ganzen Oktaëders ausmachen, und es bleiben daher $\frac{2}{8}$ für die acht Tetraëder übrig, von denen ein jedes $\frac{1}{32}$ des ganzen Oktaëders, und $\frac{1}{4}$ von einem jeden kleinen Oktaëder ausmacht, d. h. also, er läfst sich durch $\frac{1}{4} a^3$ ausdrücken. Hieraus folgt sehr leicht, dafs sich die ganze körperliche Masse aller Oktaëder zu der der Tetraëder wie $\frac{2}{3} a^3\, 8^n + \frac{1}{3} a^3\, 2^n$ zu $\frac{1}{4} a^3 . \frac{4}{3} (8^n - 2^n)$ oder zu $\frac{1}{3} a^3\, 8^n - \frac{1}{3} a^3\, 2^n$ verhält. Ich bemerke aber, dafs die Gröfse $a^3\, 2^n$ in dem Maafse, wie n gröfser wird, im Verhältnisse zur Gröfse $a^3\, 8^n$ immer kleiner und kleiner wird, so dafs, wenn man nach und nach $n = 1$, $n = 2$, $n = 3$ u. s. f. macht, man $a^3\, 2^n = \frac{1}{4} a^3\, 8^n$, $a^3\, 2^n = \frac{1}{16} a^3\, 8^n$, $a^3\, 2^n = \frac{1}{64} a^3\, 8^n$ u. s. f., und im Allgemeinen $a^3\, 2^n = \frac{1}{4^n} a^3\, 8^n$ erhält. Hieraus folgt, dafs wenn man durch n die Anzahl ausdrückt, welche der Menge der mechanischen Theilungen korrespondirt, diese Gröfse in gewisser Rücksicht unendlich ist, so dafs also die Gröfse $a^3\, 2^n$ in Rücksicht auf das Verhältnifs $a^3\, 8^n$ als

Null angesehen werden kann. Wenn man daher annimmt, dafs der Krystall nur blofs aus Oktaëdern besteht, so wird sich die Gröfse des leeren Raums zur Gröfse der Masse beinahe wie $\frac{1}{3}\, a^2\, 8^n$ zu $\frac{2}{3}\, a^2\, 8^n$ verhalten, d. h. sie würde die Hälfte derselben ausmachen. Wenn man aber in Gegentheile annimmt, dafs nur Tetraëder allein vorhanden sind, so wird die Gröfse des leeren Raums doppelt so grofs seyn als die Gröfse der Masse, eine Annahme, die sehr zulässig zu seyn scheint, wenn man die grofse Poriosität der Körper erwägt. Unter leeren Raum verstehe ich endlich den Raum, der nicht von der eigentlichen Materie des Körpers, von dem die Rede ist, erfüllt wird, obgleich er Krystallisationswasser und gasartige Flüssigkeiten enthalten kann.

153. Da man sich in der Nothwendigkeit befindet, eine von den beiden Formen, zu welchen die mechanische Theilung führt, auszuwählen, so scheint es natürlicher zu seyn, dem Tetraëder den Vorzug einzuräumen. Denn erstlich sind alle andere Krystalle, deren Struktur über allen Zweifel erhaben ist, entweder aus Parallelepipeden oder aus dreiseitigen Säulen oder aus Tetraëdern zusammengesetzt; und wenn man daher in zweifelhaften Fällen das Tetraëder zuläfst, so reducirt man alle Gestalten der integrirenden Moleküls auf drei, welche die einfachsten sind. Es giebt ferner einige Fossilien, z. B. den Zirkon, bei welchen das primitive Oktaëder von den Schnitten, die mit seinen verschiedenen Flächen parallel geschehen, unabhängig noch andere Schnitte erleidet, welche durch die Sei-

ten-Axe (*Apothème*) E*i*, E*s* der Flächen einer jeden Pyramide gehen (*v*). Diese neuen Schnitte theilen aber ein jedes Oktaëder in einen sehr unregelmäſsigen sechsseitigen Körper, anstatt daſs sie ein jedes Tetraëder bloſs in zwei Hälften theilen würden, die ebenfalls Tetraëder sind. Hieraus folgt, daſs man alle Verwickelung vermeiden und bei derselben Kerngestalt stehen bleiben kann, wenn man die Oktaëder in diesen Fällen ganz und gar nicht annimmt; die integrirenden Moleküls, die man bei der allerletzten Theilung erhält, werden daher ebenfalls Tetraëder seyn. Um die Tetraëder nun ganz regelmäſsig bei einander zu stellen, hat man kein anderes Mittel, als sie durch ihre Kanten mit einander zu vereinigen, wenn man sie symmetrisch mit einander verbinden will. Könnte man sich aber wohl in der Krystallisationslehre vernünftiger Weise die Benutzung einer, durch ihre Einfachheit so merkwürdigen Form versagen, deren Existenz man selbst dann, wenn sie noch nicht unter den Elementen der Struktur angetroffen wäre, mit Recht voraussetzen, und annehmen müſste, daſs sich solche bis jetzt unsern Untersuchungen entzogen hätte?

154. Dem sey nun aber wie ihm wolle, die Hauptsache ist, daſs die ganze Verbindung der Oktaëder und Tetraëder mit einander eine Summe von Rhomboëdern bildet, und daſs die Decreszenzen, wodurch die sekun-

(*v*) Das Oktaëder des Zirkons, welches wir hier einen Augenblick untersuchen wollen, und durch die Fig. 83 vorgestellt wird, besitzt gleichschenkelige Dreiecke.

dären Krystalle entstehen, durch Reihen von diesen Rhomboëdern bewirkt werden.

Um diese Wahrheit einzusehen, wollen wir unsre Aufmerksamkeit auf die Fig. 85 wenden, welche ein spitzes Rhomboëder darstellt, bei dem jeder Rhombus Winkel von 120 und 60 Graden hat. Man stelle sich vor, dafs durch die Horizontaldiagonalen *eo*, *or*, *er* auf der einen und durch *pl*, *ln* und *pn* auf der andern Seite zwei schneidende Ebenen gelegt werden. Man sieht leicht ein, dafs die Ebenen zwei regelmäfsige Tetraëder *eors* und *pnls'* abschneiden werden, und dafs der zwischen beiden übrigbleibende Körper ein regelmäfsiges Oktaëder ist, das die Fig. 86 besonders darstellt. Hieraus folgt, dafs man dies Oktaëder als ein Rhomboëder ansehen kann, von dem zwei regelmäfsige Tetraëder abgeschnitten worden sind.

Wir wollen uns indefs einmal vorstellen, dafs parallel mit den sechs Flächen des Rhomboëders schneidende Ebenen gelegt würden, so dafs es dadurch in eine gewisse Anzahl von kleinen Rhomboëdern getheilt werde. Die Richtung dieser Flächen mufs gerade so seyn wie die der Flächen, wodurch das Oktaëder mit den sechs Seitenflächen PLO, LOE, LEN u. s. f. parallel getheilt werden würde. Dies Oktaëder kann also ebenfalls als eine Verbindung mehrerer kleiner Rhomboëdern, die dem in der Fig. 85 ähnlich sind, angesehen werden. Ein jedes von diesen Rhomboëdern wird aus einem Oktaëder und aus zwei Tetraëdern, die an zwei Flächen liegen, welche mit ERO und PLN (Fig. 86) korrespondiren, bestehen, so dafs man

wenn man neue, mit diesen Dreiecken parallele Flächen legt, die Tetraëder von den Oktaëdern, mit welchen sie sich zur Bildung des Rhomboëders vereinigen, getrennt werden können. Die letzteren, gegen die Flächen ERO, PLN gelegenen kleinen Rhomboëder werden aber unvollkommen seyn, d. h. es werden an einigen die Tetraëder fehlen, wodurch sie nach aufsen begränzt werden, an andern aber die Tetraëder, welche sie nach innen begränzen. Wenn z. B. ERO (Fig. 87) eine Verbindung der Schnitte auf der analogen Fläche des Krystalls (Fig. 86) vorstellt, so sieht man leicht ein, dafs man zur Ergänzung der kleinen gegen dieselbe Fläche gelegenen Rhomboëder auf ein jedes von den Dreiecken *a*, *g*, *o*, *s*, *k*, *r* (Fig. 87) ein Tetraëder setzen müfste, auf die mittleren Dreiecke *c*, *n*, *i* müfste man hingegen ein Oktaëder und ein Tetraeder bringen. Wir werden aber bald sehen, dafs diese verschiedenen rhomboëdrischen Fragmente gar keine Schwierigkeit mehr machen.

Es ist zu bemerken, dafs man, um ein Oktaëder in ein Rhomboëder zu verwandeln, die beiden Ergänzungstetraëder ohne Unterschied auf die Flächen ERO, PLN (Fig. 86) oder POR, ENL, oder ELO, PRN, oder OPL NER setzen kann. Weil nun in diesen verschiedenen Fällen das Resultat immer dasselbe ist, so folgt daraus, dafs jedes kleine Oktaëder, welches innerhalb des grofsen eingeschlossen ist, von sechs Tetraëdern umgeben seyn mufs, und dafs jedes Tetraëder von vier Oktaëdern umgeben wird, wodurch die von mir angeführte Thatsache am bündigsten bewiesen wird,

dafs nämlich, wenn man den einen oder den andern von diesen Körpern aufser Acht läfst, die zurückbleibenden Solida durch ihre Kanten mit einander verbunden werden. Man sieht auch leicht, dafs man in einem Theile des Oktaëders nach allen Richtungen Rhomboëder annehmen kann, wenn man jedes kleine Oktaëder mit den Tetraëdern verbindet, welche auf den verschiedenen Flächen ruhen.

Wir können daher annehmen, dafs die Decreszenzen, wodurch die Kerngestalten des Oktaëders hervorgebracht werden, durch die Subtraktion einer oder mehrerer Reihen der kleinen Rhomboëder von 120 und 60 Graden entstehen. Ob die kleinen Solida dieser Rhomboëder Oktaëder sind, die zwischen sich tetraëderähnliche Zwischenräume lassen, oder ob gerade das Entgegengesetzte statt findet, dies ist kein Gegenstand der Untersuchung für die Theorie, die es nur mit rhomboëdrischen Räumen zu thun hat, und nicht darauf Rücksicht nimmt, auf welche Art und Weise diese von kleinen Körperchen erfüllt werden.

155. Ehe wir den unmittelbaren Einflufs der Gesetze der Decreszenz auf das Oktaëder bestimmen, wollen wir diesem einige Augenblicke eine rhomboëdrische Kerngestalt von 120° und 60° zutheilen, und annehmen, dafs dieser Kern eine Decreszenz durch eine einzige Reihe auf den obern Kanten erleide. Der sekundäre Krystall wird in diesem Falle im Allgemeinen ein Rhomboëder, das stumpfer ist wie die Kerngestalt, und wenn man die beiden halben Diagonalen dieser Kerngestalt immer mit g und p, die des sekun-

dären Rhomboëders aber mit g' und p' bezeichnet, so erhält man, wie ich schon bewiesen habe, folgende Proportion $g' : p' = g : \frac{1}{2} \sqrt{g^2 + p^2}$ (m. sehe 36). Hier ist aber $g = 1$ und $p = \sqrt{3}$. Dies giebt $g' = p'$, d. h. der sekundäre Krystall wird ein Würfel seyn.

156. Weil aber die Decreszenz, wodurch dieser Würfel entstanden ist, parallel mit den Kanten *es*, *os*, *rs* u. s. f. (Fig. 85), die wieder mit den Kanten *ol*, *el*, *op* u. s. f. parallel sind, geschah, und diese mit dem Oktaëder der Fig. 86 in Verbindung stehen, so sieht man leicht ein, daſs die eben erwähnte Decreszenz mit der völlig übereinstimmt, welche auf den sechs Winkeln OEL, EOL, ORP, ROP u. s. f. des Oktaëders statt findet, und gleichfalls durch eine Reihe der kleinen Rhomboëdern bewirkt wird. Der ganze Unterschied besteht darin, daſs bei einem vom Rhomboëder abstammenden Würfel die beiden Ecken, welche mit *s* und *s'* (Fig. 85) zusammenfallen, unmittelbar durch Decreszenzen hervorgebracht werden, anstatt daſs sie beim primitiven Würfel des Oktaëders durch eine Verlängerung der sekundären Flächen eines Theils über dem Dreieck ERO (Fig. 86), und andern Theils unter dem Dreieck NLP entstehen.

157. Weil man aber beim Oktaëder nach allen Richtungen hin Rhomboëder annehmen kann, welches bei weitem besser zum Zweck führt, so steht es uns frei anzunehmen, daſs auf den drei Winkeln des Dreiecks ERO und auf denen des Dreiecks NLP ähnliche

Decreszenzen statt finden, wie die sind, welche auf den Winkeln der sechs anderen Dreiecke vorkommen, auf welche Weise alsdenn ein Würfel durch eine Decreszenz auf alle Winkel des Oktaëders entsteht, der $A^{1}_{1} A^{1}$ zur Bezeichnung hat, und so kann man die Struktur dieses Würfels am allernatürlichsten betrachten, wenn man die Wirkungen der Decreszenzen alle gleichartig annimmt.

158. In dem Falle, den wir eben auseinandergesetzt haben, verändern sich die Decreszenzen, welche sich auf die Winkel des Oktaëders beziehen, in Decreszenzen auf den Kanten, wenn man an die Stelle des Oktaëders ein Rhomboëder annimmt. Man sieht aber leicht ein, daſs die Decreszenzen, welche wieder auf den Kanten EL, OL, OP u. s. f. (Fig. 86) dieses Oktaëders statt finden, den Decreszenzen auf den analogen Kanten des Rhomboëders entsprechen (Fig. 85); dahingegen die, welche auf den Kanten EO, OR, ER (Fig. 86) und denen der entgegengesetzten Dreiecke vorhanden sind, den Decreszenzen auf den obern Winkeln *eso*, *osr*, *esr* und auch auf den untern Winkeln des Rhomboëders (Fig. 85) entsprechen.

159. Unter diesen Voraussetzungen wollen wir zuerst Decreszenzen durch eine einzelne Reihe auf den zwölf Kanten des Oktaëders annehmen. Es bedarf hier keines Kalkuls, um zu zeigen, daſs das Resultat dieser Decreszenzen ein Dodekaëder mit gleichen und ähnlichen Rautenflächen seyn wird.

160. Nun wollen wir die Decreszenzgesetze untersuchen, durch welche eben dieses Dodekaëder aus

dem

dem Rhomboëder (Fig. 85) hervorgebracht werden kann. Einmal ist es sehr einleuchtend, daſs zwei einander entgegengesetzte Ecken des Dodekaëders, die man unter denjenigen aussucht, welche durch drei Flächen gebildet werden, mit den Spitzen s, s' der rhomboëdrischen Kerngestalt zusammenfallen müssen, und daſs das Dodekaëder ferner sechs mit der Axe, die durch eben diese Spitzen geht, parallele Flächen besitzt. Hieraus folgt, daſs eben diese Flächen vermittelst einer Decreszenz durch eine einzige Reihe entstehen würden, wenn sie auf den Kanten el, ol, op, rp u. s. f. statt fänden; oder daſs sie auch durch zwei Reihen zum Vorschein kommen würden, wenn der Punkt der Decreszenz auf den unteren Winkeln elo, opr, rne u. f. des Rhomboëders befindlich wäre. Wir wollen einmal die erstere Vermuthung als die einfachere gelten lassen. In diesem Falle werden die oberen Flächen des Dodekaëders durch eine Decreszenz auf den Winkeln eso, osr, esr u. s. f. hervorgebracht, wofür wir das Gesetz jetzt zu bestimmen suchen wollen.

Wir wollen annehmen, daſs diese Decreszenz allein statt finde; in diesem Falle würde sie ein Rhomboëder hervorbringen, das einem vierfachen ähnlich ist, welches aus Dodekaëdern mit Rautenflächen bestehen und daraus zusammengesetzt seyn würde. g' und p' mögen die beiden halben Diagonalen dieses Rhomboëders seyn. Dann haben wir $g' = \sqrt{2}$ und $p = 1$. Oder auf der einen Seite verhält sich die halbe Perpendikellinie auf der Axe, die zu eben diesem Rhomboëder gehört, zum dritten Theile der Axe

$= g' : \sqrt{3p'^2 - g'^2} = \sqrt{2} : 1$. Auf der andern Seite ist dies Verhältnifs aber dem von $mu : au$ (Fig. 11) oder von $\frac{n+1}{n}\sqrt{\frac{4}{3}g^2}$ zu $\frac{2n-1}{3n}\sqrt{9p^2 - 3g^2}$ (m. s. 38) gleich. Wenn man an der Stelle von g und p ihre Werthe 1 und $\sqrt{3}$ substituirt, so erhält man folgende Proportion

$$\frac{n+1}{n}\sqrt{\tfrac{4}{3}} : \frac{2n-1}{3n}\sqrt{24} = \sqrt{2} : 1.$$

Wenn man nun die äufseren und mittleren Glieder gleich setzt, und dann reducirt, so erhält man $4n - 2 = n + 1$; hieraus folgt $n = 1$. Die äufsersten Rhomben entstehen also durch ein Decreszenzgesetz von zwei Reihen auf den oberen Winkeln der rhomboëdrischen Kerngestalt.

161. Es mögen nun noch einige nähere Angaben von den Oktaëdern folgen, die vom regelmäfsigen verschieden sind. Es sey *an* (Fig. 88) eins von den Oktaëdern, welches die Kerngestalt des salpetergesäuerten Kali vorstellt. Die gemeinschaftliche Grundfläche der beiden Pyramiden, deren Spitzen in o und o' befindlich sind, ist in diesem Falle ein Rechteck, woraus folgt, dafs die vier Dreiecke einer jeden Pyramide sich nur je zwei und zwei einander ähnlich sind. So ist z. B. der Winkel o in den Dreiecken *aod* und *hon* $= 51° \, 8'$, dahingegen er in den Dreiecken *aoh* und *don* $61° \, 20'$ grofs ist.

Es folgt hieraus ferner, dafs die kleinen Tetraëder, welche man aus dem Oktaëder durch Schnitte erhält,

die mit seinen Flächen parallel gehen, auch nur je zwei und zwei Dreiecke, die einander ähnlich sind, besitzen.

162. Wir wollen indeſs einmal annehmen, daſs auf die Flächen *hon* und *ao'd* noch zwei Tetraëder gesetzt werden. Das Oktaëder wird dadurch in ein schiefwinkeliges Parallelepipedum *ss'* (Fig. 89) verwandelt, worin die beiden Flächen *saod* und *s'ho'n* Rhomben, die vier andern Flächen aber bloſse schiefwinkelige Parallelogramme vorstellen.

Wir wollen im Gegentheile einmal annehmen, daſs die beiden Ergänzungstetraëder die Flächen *don* und *ao'h* (Fig. 88) zur Basis haben. Das Oktaëder wird dadurch in ein schiefwinkeliges Parallelepipedum verwandelt, wie es die Fig. 90 anzeigt, worin alle Flächen zwar Parallelogramme sind, aber keine Rhomben seyn werden. Brächte man die Ergänzungstetraëder auf die Flächen *aoh* und *do'n* (Fig. 88), so sieht man leicht ein, daſs man dadurch dasselbe Resultat erhalten müsse.

Weil sich aber die Decreszenzen, wodurch die sekundären Gestalten hervorgebracht werden, auf die Axe beziehen, welche durch die Punkte *o* und *o'* geht, und weil sie auf die in Rücksicht auf diese Axe ähnlich gelegenen Theile symmetrisch wirken, so begreift man bei geringer Aufmerksamkeit, daſs, wenn man ein Parallelepipedum an die Stelle des primitiven Oktaëders setzen wollte, natürlich das, welches die Figur 89 vorstellt, den Vorzug verdienen würde, indem

die beiden Ergänzungstetraëder bei demselben die Symmetrie des Oktaëders gar nicht stören.

Die subtraktiven Moleküls werden dem angeführten Parallelepipedum ähnlich seyn, und man wird sehr leicht eine Anwendung dieser Grundsätze auf unregelmäſsige Oktaëder, die in einigen andern Fossiliengattungen als Kerngestalten befindlich sind, machen können.

Vom regelmäſsigen Tetraëder.

163. Die Analogie, welche unter den Modifikationen des regelmäſsigen Tetraëders und denen des Rhomboëders statt findet, giebt durch diese Betrachtungen schon selbst einen Fingerzeig, daſs das Tetraëder nichts anders ist, als die Spitze eines Rhomboëders, das demjenigen ähnlich ist, welches die Fig. 85 aufstellt. Weil nun dies Rhomboëder vier solcher gleichen und ähnlicher Spitzen besitzt, so leuchtet es sehr leicht ein, daſs man die sekundären Krystallgestalten mit sehr geringer Mühe durch die Subtraktion von rhomboëdrischen Moleküls bestimmen kann, wenn man einem jeden von ihnen eine dem Rhomboëder ähnliche Gestalt giebt.

So sahen wir auch z. B. (160), daſs eine Decreszenz durch zwei Reihen von kleinen Rhomboëdern auf dem oberen Winkel des Rhomboëders (Fig. 85) drei Flächen hervorbrachte, die gerade so wie beim rhomboëdrischen Dodekaëder gegen einander geneigt waren. Hieraus schlossen wir, daſs dies Dodekaëder auch durch

eine ähnliche Decreszenz auf den zwölf ebenen Winkel des Tetraëders entstehen könne.

Ferner haben wir bewiesen (155), dafs eine Decreszenz durch eine einzelne Reihe auf den oberen Kanten desselben Rhomboëders einen Würfel hervorbringen müsse, und hieraus folgt, dafs wenn man ein Tetraëder an der Stelle des Rhomboëders zur Kerngestalt annimmt, der Würfel nicht anders als mittelst einer Decreszenz durch eine Reihe auf den zwölf Kanten des Tetraëders entstehen könne.

Ich will mich nicht weiter über diese Arten von Annäherung einlassen; nur folgende Bemerkung will ich noch hinzufügen, die mir wohl der Aufmerksamkeit werth zu seyn scheint.

Wenn man das Oktaëder der Fig. 86 nur durch vier Schnitte theilte, von denen der eine mit der Grundfläche EOR und die drei andern mit den Seitenflächen LPO, PNR und LNE parallel giengen, so würde man ein Tetraëder *zsxt* (Fig. 91) erhalten, dessen Mittelpunkt mit dem des Oktaëders zusammenfällt, und dessen Grundfläche gerade nach der dem Dreiecke EOR entgegengesetzten Seite gekehrt ist. Man könnte dies Tetraëder auch für die Kerngestalt der Krystalle halten, die wir von dem Oktaëder abgeleitet haben, und daraus durch regelmäfsige Decreszenzgesetze die Struktur eben dieser Krystalle herleiten. Diese Struktur würde aber in der Regel verwikkelter seyn als bei der Annahme einer oktaëdrischen Kerngestalt, und überdies hätte man auch nicht den Vortheil, durch Schnitte die auf gleiche Weise auf al-

len korrespondirenden Theilen der sekundären Krystalle angebracht werden, zur Kerngestalt zu gelangen. Die Betrachtung einer solchen Kerngestalt ist nur ein Mittel, welches man zur Vereinfachung der Theorie ergriffen hat, weil man eigentlich den Kern eines Krystalles überall, wo man will, annehmen kann. Wenn man ihm daher Vorzugs halber seinen Platz in der Mitte des Krystalles anweiset, so geschiehet dies nur, um sich die Struktur leichter zu erklären, welches man ohne dieses Hülfsmittel durchaus nicht vermögte, weil die Figur und die Verbindungsart der Moleküls die einzigen wesentlichen Grundlagen dazu sind. Aus diesen Gründen schien es mir natürlicher zu seyn, in den verschiedenen bis jetzt angeführten Fällen das Oktaëder zum Grunde zu legen. Es giebt aber einige Krystalle, z. B. die, welche zum Kupferglanz oder Fahlerz gehören, bei denen es viel bequemer ist, eine tetraëdrische Kerngestalt zum Grunde zu legen, weil die Gestalt derselben den Krystall, so zu sagen, in der Quere durchbohrt, und es auch ein einziger Blick schon verräth, daſs sie dahin gehört.

Vom Bipyramidaldodekaëder.

Die Struktur des Bipyramidaldodekaëders, welches als Kerngestalt genommen, nur einer sehr geringen Anzahl von Fossiliengattungen zukommt, ist von allen Gestalten, die sich als primitive Krystalle zeigen, am allerschwersten zu bestimmen. Ohne einmal auf die Ungewiſsheit zu sehen, worin es den Beobachter in Rücksicht auf die Wahl der integrirenden Moleküls

setzt, indem man nicht weiſs, welche man bei den verschieden gestalteten Stücken, die man durch mechanische Theilung erhält, wählen soll, sind mit dieser Gestalt auch ihr ganz eigenthümliche Nebenumstände verknüpft, die eine gewisse Aufmerksamkeit erfordern, wenn man sie gehörig einsehen will. Diese Nebenumstände rühreu auch zum Theil von der Lage der natürlichen Trennungsflächen (*joints naturels*) der Fossilien her, deren Resultate, welche bei vielen Substanzen sehr einfach sind, genügende Aufschlüsse gewähren, so daſs sie unter der geringen Anzahl von Körpern, welche von dieser Einfachheit abweichen, zur Beglaubigung dienen. Diese Art von Verwickelung scheint aber unter dem allgemeinen Gesichtspunkte wieder zu verschwinden, unter welchem die verschiedenen Kerngestalten alle gebracht werden können, wenn man sie an das Parallelepipedum reihet, welches allen zum gemeinschaftlichen Vergleichungspunkt zu dienen scheint.

166. Es sey ss' (Fig. 92) Taf. XVI ein Bipyramidaldodekaëder, das unserer Voraussetzung nach demjenigen ähnlich seyn soll, welches durch die mechanische Theilung der Quarzkrystalle entsteht. Unter den sechs Flächen einer jeden Pyramide wollen wir drei auswählen, die unter einander und mit den Flächen der andern Pyramide abwechseln, z. B. asb, csd, esf auf der einen und $bs'c$, $es'd$ und $as'f$ auf der andern Seite. Man nehme an, daſs diese sechs Flächen sich so weit verlängern, bis sie ganz genau einen Raum umschreiben. Der Körper, welcher hieraus entspringt,

mufs, wie man leicht einsieht, ein Rhomboëder seyn (Fig. 93); hieraus wird es einleuchtend, dafs man das Dodekaëder als ein Rhomboëder betrachten kann, von dem man sechs Tetraëder durch solche Flächen abgeschnitten hat, die von einer jeden Spitze, z. B. von *s* anfangen, und mitten durch die unteren Seiten *gh*, *nh*, *nk*, *lk* u. s. f. gehen.

167. Wir müssen uns indefs erinnern, dafs der sekundäre Krystall im Falle einer Decreszenz durch zwei Reihen in die Höhe auf den untern Winkeln eines Rhomboëders (72) der Kerngestalt vollkommen ähnlich wird, woraus folgt, dafs wenn die Decreszenz diese Gränze nicht erreicht, so dafs noch dreiseitige Flächen, die mit denen der Kerngestalt parallel gehen, übrig bleiben, der sekundäre Krystall ein Bipyramidaldodekaëder von der Art werden mufs, wie es die Fig. 92 vorstellt, und welches einzig und allein aus rhomboëdrischen Moleküls zusammengesetzt ist.

Unter diesen Umständen stelle man sich vor, dafs alle kleine zusammensetzende Rhomboëder auf einen Augenblick durch das Abschneiden der sechs Tetraëder, wie ich eben angeführt habe, in Dodekaëder verwandelt würden. Weil sich die prismatischen Quarzkrystalle ebenfalls nach der Richtung der Seitenflächen ihrer Säule theilen, und diese Textur mit den Flächen *scs'* (Fig. 92), *sbs'*, *sas'* u. s. f. parallel geht, so nehme man an, dafs das Gefüge von allen diesen kleinen zusammensetzenden Dodekaëdern diejenigen Flächen durchschneide, welche den eben angezeigten analog sind. Die Dodekaëder werden alsdenn Verbindun-

gen von sechs Tetraëdern seyn, von denen ein jedes zwei Flächen besitzt, die dem Dreiecke *bs'c*, und zwei andere, die dem Dreiecke *scs'* ähnlich sind. Man könnte daher einen Quarzkrystall als aus einer Menge kleiner Tetraëder, die je sechs und sechs in der Gestalt eines Dodekaëders mit einander verbunden sind, zusammengesetzt ansehen. Diese Tetraëder werden die eigentlichen wahren integrirenden Moleküls seyn, und das subtraktive Molekül ist das Rhomboëder, in welches das Dodekaëder durch die Verlängerung von sechs seiner Flächen, die wechselsweise gegen jede Spitze und von einer Spitze zur andern angenommen werden, übergeht. Diese Hypothese schien mir am allereinfachsten, um die Theorie mit den Resultaten der mechanischen Theilung zu verbinden.

Nach eben dieser Hypothese würden die Dodekaëder auch Zwischenräume unter sich lassen, welche durch die Auslassung der Tetraëder, die zur Ergänzung der subtraktiven Moleküls erfordert werden, ihre Bildung erhalten. Man sieht es ferner leicht ein, daſs sich ein jedes Dodekaëder an das ihn umgebende durch sechs seiner Flächen verbindet, die mit denen des subtraktiven Moleküls zusammenfallen, so daſs zwei an einander stoſsende Flächen, welche man bei zwei benachbarten Dodekaëdern annehmen muſs, eben so wie die Dreiecke *asb*, *a's'b'* (Fig. 94) vertheilt sind. Das erste von diesen Dreiecken stellt eine von den Flächen der obern Pyramide irgend eines Dodekaëders vor, das andere hingegen eine von den Flächen der untern Pyramide des angränzenden Dodekaëders, woraus folgt,

daſs die Mittelpunkte der Schwere dieser beiden Dreiecke in einem gemeinschaftlichen Punkt zusammenfallen.

168. Wir kommen jetzt zu den Umständen, von denen ich sagte, daſs sie dem Bipyramidaldodekaëder eigenthümlich wären. Die Verbindung der Moleküls bei den Krystallen, die zu anderen Kerngestalten gehören, ist auf solche Weise bewirkt, daſs das Gefüge, welches nach der Richtung der Blättchen fortgeht, eine und dieselbe fortlaufende Ebene bildet, so daſs keine Fläche des Krystalles über die andere wegspringt. Dieses findet aber beim Bipyramidaldodekaëder nicht statt. Damit die Struktur dieses Körpers mit den Resultaten der mechanischen Theilung und mit der wesentlichen Bedingung, daſs alle Moleküls einander gleich und ähnlich sind, übereinstimmt, wird erfordert, daſs einige ihrer Flächen, die nach der Richtung eines einzigen Schnittes liegen, wechselsweise auf zwei und selbst auf drei verschiedenen Ebenen liegen, die mit einander parallel laufen und einander unendlich nahe sind.

169. Nun wollen wir die Schnitte untersuchen, welche zwischen den Flächen der Pyramiden eines jeden Dodekaëders und denen der zu den anstoſsenden Dodekaëdern gehörigen Pyramiden fortgehen. Unter diesen Flächen giebt es sechs, die mit den Dreiecken *asb* (Fig. 92), *csd*, *esf* u. s. f. parallel gehen, und einen Theil der Flächen des Rhomboëders *ss'* (Fig. 93) ausmachen. Weil diese Flächen aber gerade diejenigen sind, durch welche die kleinen Dodekaëder mit

einander zusammenhängen, so sieht man leicht ein, daſs sie fortlaufende Ebenen bilden, gleich als wenn an der Stelle der Dodekaëder Rhomboëder vorhanden wären. Dieser Fall findet aber nicht bei den mit den Dreiecken *bsc*, *dse*, *fsa* u. s. f. (Fig. 93) parallelen Flächen statt; sie liegen abwechselnd auf zwei parallelen Ebenen.

Es sey *shs'l* (Fig. 95) der Hauptschnitt des Rhomboëders, das die Fig. 93 darstellt. Wenn man auf den schiefen Diagonalen *sh* und *ls'* (Fig. 95) die Punkte x und x' in einer solchen Lage angenommen hat, daſs $lx = \frac{1}{4} ls'$ und $hx' = \frac{1}{4} sh$, und man nun die Linien sx und $s'x'$ zieht, so sieht man leicht ein, daſs sie die *Apothémes* der Dreiecke *esd* und *asb* (Fig 92) bilden, die den Flächen der kleinen zusammensetzenden Dodekaëder, zwischen denen noch Zwischenräume befindlich sind, korrespondiren.

Ehe wir weiter gehen, wollen wir die Verbindung der kleinen Parallelepipeden oder Rhomboëder, die auf den Kanten der aufgeschichteten Blättchen bei einer Decreszenz auf den Ecken zum Vorschein kommen, näher untersuchen. Es seyen AB, DF, GH (Fig. 96) die Reihen der rhomboëdrischen Moleküls, welche drei auf einander folgende Blättchen auf der Seite, wo die Decreszenz statt findet, die hier unserer Annahme nach durch eine einzige Reihe geschieht, beschlieſsen. Wenn man nun durch die Kante *pn* irgend eines Moleküls und durch die Diagonale *nr* eine Ebene legt, welche der Hauptschnitt dieses Moleküls ist, so ist es einleuchtend, daſs sie auch durch *rt* ferner durch *ts*

u. s. f. geht, so daſs die Art von Einzähnung, die durch die verschiedenen Linien erfolgt, welche diese Ebene unterweges antrifft, wechselsweise aus einer Diagonale und zwei Molekülskanten besteht.

Wir bemerken indeſs, daſs die angezeigte Ebene keine von den Moleküls berührt, die auf der Reihe DF liegen. Dies kommt daher, weil die Moleküls einer jeden Reihe in ihren Lagen mit denen der benachbarten Reihen abwechseln. Wir wollen aber einmal annehmen, daſs die Reihe DF von der rechten zur linken Hand so lange fortgienge, bis sich das eine Ende o der Kante io in der Mitte o' der Diagonale rn befindet. Alsdenn wird die schneidende Ebene Moleküls von allen Reihen abschneiden, und die winklige Linie, welche sie bei ihrem Fortgange beschreibt, wird immer nach und nach aus einer halben Diagonale no' des Moleküls und aus einer Kante oi zusammengesetzt seyn. Wenn die Decreszenz durch zwei Reihen in der Höhe geschähe, so müſste man an der Stelle der Entfernung rt eine Linie bringen, die vier Molekülskanten, und an der Stelle der Dimension oi eine Linie, die zwei Molekülskanten gleich ist.

170. Nachdem dies gehörig auseinandergesetzt worden, so wollen wir zu der Hypothese zurück gehen, nach welcher das Dodekaëder (Fig. 92) durch eine unvollkommene Decreszenz mittelst zweier Reihen in die Höhe, auf den untern Ecken der rhomboëdrischen Kerngestalt entstehen, und aus kleinen vollkommenen der Kerngestalt ähnlichen Rhomboëdern zusammengesetzt seyn soll.

Es sey *sH* (Fig. 97) eine schiefe Diagonale auf dem Durchschnitt derselben Kerngestalt, den die Fig. 98 vorstellt, und *pH* sey eine gerade Linie, welche mit der durch die Decreszenz auf der Ecke H entstandenen Fläche zusammenfällt. Wenn man nun annimmt, daſs alle Reihen ihre vorige Lage behalten, so wird der Schnitt, der mitten durch sie durchgeht, durch die winkelige Linie *Haenp* angedeutet, bei welcher *Ha* sowohl als *en* der schiefen Diagonale des Moleküls gleich sind; *ae* und *np* werden hingegen vier Molekülskanten abmessen, welches auch nach dem oben Angeführten nicht anders seyn kann.

Nun wollen wir uns einmal vorstellen, daſs die Reihen, welche mit denen wechseln, durch die der Schnitt MNH*p* geht, eine Bewegung machten, vermöge welcher sich ihre äuſsersten Kanten denen der andern Reihe gerade gegenüber setzten, wie ich dies schon bei der Verbindung der Reihen, welche die Fig. 96 vorstellt, auseinander gesetzt habe. Vermöge dieser Annahme werden zwei von den ersten Kanten, die auf derselben Linie liegen, zu Folge der Decreszenz in die Höhe, mit der Linie *bc* korrespondiren, welche durch die Mitte *b* der Diagonale *aH* geht; die Schnitte der beiden Rhomboëder, zu denen diese Kanten gehören, werden das Viereck *bcrd* bilden. Zwei andere Kanten werden eine mit *it* korrespondirende Lage erhalten, und die analogen Schnitte werden das Viereck *itux* u. s. f. ausmachen.

Endlich wollen wir einmal annehmen, daſs alle zur Zusammensetzung dienende Rhomboëder in Dodekaë-

der verwandelt würden, wie ich schon oben gesagt habe. Die neuen Facetten, welche nach aufsen entstehen, werden die durch *bo*, *yz*, *fg*, *kv* u. s. f. angezeigte Lage erhalten, von denen eine jede, z. B. *fg* die korrespondirende Diagonale *k*ϑ so schneidet, dafs $kg = \frac{1}{4}\, k\vartheta$ wird, wie dies auch nicht anders seyn kann.

Weil aber die Bewegung der Kanten *bc*, *it* u. s. f. die Lage der Flächen, welche durch *bo*, *yz*, *il*, *ns* u. s. f. gehen, ganz und gar nicht ändert, man mag sie sowohl unter sich als mit den nach *fg*, *kv* u. s. f. gerichteten Flächen, die zu den Moleküls gehören, welche man sich als fest stehen bleibend denken mufs, vergleichen; so sieht man leicht ein, dafs sich alle diese Lagen auf zwei beinahe unendlich nahe liegende Flächen beziehen, die sowohl untereinander als auch mit der Linie *Hp* parallel gehen, und von denen die eine durch die Linien *yz*, *kv*, *ns*, die andere durch die Linien *bo*, *fg*, *il* angedeutet wird. Diese Alternative findet auf der ganzen Umfläche des Krystalles wieder statt. Allein die Nähe der beiden Ebenen, welche, physisch betrachtet, nicht merklich von einer ganz in einer Linie liegenden Richtung abweichen, nebst der häufigen Wiederkehr der Facetten zu derselben Horizontallinie geben dem Gefüge der Blättchen ein ganz zusammenhängendes Ansehen, und verursachen, dafs man es beinahe für eine Textur anderer Krystalle ansehen könnte, die aus Moleküls bestehen, deren Flächen genau in derselben Ebene liegen. Alles was hieraus folgt, ist das, dafs die Struktur der Krystalle

Regeln einer zusammengesetzteren Geometrie unterworfen ist, und daſs sie die feinsten Wahrnehmungen erfordert.

171. Jetzt müssen wir noch die respektive Lage der Facetten untersuchen, welche in den verschiedenen Dodekaëdern den Dreiecken *sbs'*, *scs'*, *sds'* u. s. f. korrespondiren. Hier wird aber die Verwickelung noch gröſser, weil sich die Facetten abwechselnd in drei verschiedenen Ebenen befinden.

Um dies zu beweisen, wollen wir einmal annehmen, daſs alle Dodekaëder, die nach dem, was die Fig. 92 anzeigt, als an einander hängend gedacht werden müssen, sich so lange nach der Richtung ihrer verlängerten Axe bewegten, bis sich alle Sechsecke, welche die gemeinschaftliche Grundfläche ihrer beiden Pyramiden bilden, in einer und derselben Ebene befinden. Wir wollen ferner auf einen Augenblick annehmen, daſs die erwähnten Sechsecke unter diesen Umständen eine solche Lage gegen einander erhalten, als die Fig. 99 es anzeigt. Man sieht leicht ein, daſs die Flächen, welche nach den sechs Halbmessern *ca*, *ch*, *cg* u. s. f. irgend eines Sechseckes *el* gerichtet sind, und die zugleich durch die Axe des Dodekaëders gehen, zu welchem dies Sechseck gehört, das Dodekaëder in sechs Tetraëder theilen, und folglich eine nach dem Durchgang der Blätter des Krystalles gerichtete Lage erhalten würden. Ferner ist es auch einleuchtend, daſs diese Flächen, wenn sie verlängert werden, theils zwischen zwei Dodekaëdern durchgehen, theils mit den Flächen, wodurch die andern Dodekaë-

der getheilt werden, zusammenfallen. Dies wird man schon durch die bloſse Ansicht der Linie *hs* und *an*, die mit den verlängerten Halbmessern *ch* und *ca* zusammenfallen, leicht einsehen können. Hieraus folgt, daſs auch unter der angenommenen Voraussetzung alle Trennungsflächen der Blättchen im Innern des Dodekaëders eben sowohl in fortlaufenden Ebenen liegen müssen, wie bei den gewöhnlichen Krystallen.

Um indeſs die Sache in ihrem wahren Lichte darzustellen, wollen wir die Fig. 98 genauer untersuchen. Die kleinen Quadrate *S'eiz*, *Ueir* u. s. f. sind die Hauptschnitte von eben so vielen Rhomboëdern, und *S'xig*, *enrl* die von eben so vielen Dodekaëdern, welche durch die Schnitte in den Rhomboëdern zum Vorschein kommen. Eine Folge hiervon ist, daſs *S'x* auf den vierten Theil der Diagonale *ei* fällt, und so auch die andern Linien *ig*, *rl*, *en* u. s. f.

Wenn man nun die Linien *gx*, *ln*, *ou* u. s. f. zieht, so wird eine jede derselben der kleine Durchmesser des Sechsecks seyn, welches die gemeinschaftliche Grundfläche des analogen Dodekaëders wird; d. h. sie wird eben die Lage wie die Linie *el* (Fig. 99) erhalten, welche durch die Durchmesser geht, und auf den beiden entgegengesetzten Seiten *dr* und *ah* des Sechsecks senkrecht steht.

Angenommen demnach, daſs alle Sechsecke, welche mit den Linien *gx*, *ln*, *ou* u. s. f. (Fig. 98) korrespondiren, sich so lange erheben, bis sie sich in einer und derselben Ebene befinden, so werden sie nicht in einem gänzlich freien Zustande erscheinen, wie

wie es die Fig. 99 darstellt, sondern ein jedes wird von den es umgebenden ein Stück wegnehmen, weil sich die Linien gx, ln, ou u. s. f. einander selbst schneiden, und diese Art der Verschränkung wird gerade so beschaffen seyn, als wenn von zwei aneinander gränzenden Sechsecken (Fig. 100) das äuſserste Ende x' des Durchmessers xx' mit dem dritten Theile des Durchmessers zz' zusammenfällt u. s. f.

Ich bemerke, daſs bei der Bewegung der Sechsecke, welche dahin gerichtet ist, daſs sie in eine und dieselbe Ebene fallen, die unserer Annahme nach durch yt (Fig. 98) auf der Axe SS′ senkrecht gehen soll, sich der Durchmesser gx dieses Sechsecks so erheben muſs, daſs er mit km zusammenfällt, wenn seine Bewegung vollendet ist. Ich bemerke ferner, daſs die Entfernung der Durchmesser km und ty von einander eben so groſs ist, als irgend einer von diesen Durchmessern, weil sie bei der Verlängerung dieser Durchmesser durch die Linien UX und BG bestimmt wird, deren Entfernungen eben so groſs sind, wie die Linien eR und UX auf der einen und BG und KH auf der andern Seite.

Wenn also gar keine anderen Dodekaëder vorhanden wären, als die, welche mit den Durchmessern korrespondiren, z. B. mit gx und km, die unmittelbar über einander liegen, oder in Rücksicht ihrer Durchmesser einerlei Lage haben, z. B. km, ty, deren Entfernung eben so groſs ist, wie sie selbst sind, so würden alle Trennungsflächen des Krystalles sich in einer fortgehenden Ebene befinden. Für die Durch-

messer *gx* und *km* ist dies sehr einleuchtend, und bei den Durchmessern *km* und *ty* kann man auch leicht einsehen, daſs ihre respektive Lage mit der der Durchmesser *el*, *e′l′* (Fig. 99) übereinstimmt. Diese Lage kann folglich den Fortgang in einer geraden Linie nicht aufhalten.

Zwischen denen mit *km* und *ty* (Fig. 98) analogen Sechsecken kommen diejenigen vor, welche zu *nl* und *ou* gehören, und die Verbindung der Trennungsflächen aufheben. Hieraus leuchtet ein, daſs man drei Arten von Dodekaëdern annehmen kann. Die Axen ihrer Sechsecke erstrecken sich in jedem nach einer und eben derselben Linie, wie z. B. bei denen zu den Durchmessern *gx* und *km* gehörigen der Fall ist, oder sie stehen um die Gröſse ihres kleinen Durchmessers von einander ab, welches bei den durch *km* und *ty* angezeigten statt findet. Die zu einer und eben derselben Ordnung gehörigen Dodekaëder können dann zwar durch fortlaufende Flächen getheilt werden, aber eben diese Flächen werden alsdenn auch die zu den andern beiden Ordnungen gehörigen Dodekaëder quer durchschneiden, so daſs sich die korrespondirenden Trennungsflächen nur auf drei Flächen beziehen, die mit ihnen parallel sind, und sich dem wirklichen Zusammenfallen sehr nähern, weil die Dodekaëder sehr klein sind.

Dieser verwickelte Umstand hat aber, wie ich schon gesagt habe, keinen nachtheiligen Einfluſs auf den einfachen Gang der Theorie, wenn man die Gestalt der Moleküls von der des Rhomboëders zurückführt, von

welcher sie abstammt. Mir scheint es sogar bequemer zu seyn, diese letzte Gestalt an die Stelle des Dodekaëders als primitiv zu substituiren. Nach dieser Voraussetzung begreift man sehr leicht ohne Kalkul, dafs die zwischen den beiden Pyramiden, bei den mehresten Quarzkrystallen eingeschobene Säule vermittelst einer Decreszenz durch zwei Reihen der kleinen Rhomboëder auf den untern Ecken der rhomboëdrischen Kerngestalt entstanden seyn mufs. In einem besondern Abschnitte, den ich eben diesem Körper widmen werde, will ich einige andere Varietäten in Rücksicht der Gestalt, die bei diesen Krystallen angetroffen werden, aus einander setzen.

Ende des ersten Theils.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Druckfehler im Text.

Seite 58. Z. 12. v. u. lese man Unterschied statt Untenschied
— 74. Z. 1. v. o. lese man E A I statt A E I
— 93. Z. 10. v. o. lese man Würfel statt Winkel
— 113. Z. 3. v. u. lese man z′(Fig. I.) statt Z(Fig. 3)
— 114. Z. 2. v. u. lese man zusammen, statt zusammen),
— — Z. 9. v. u. lese man z′KH statt ZKH
— 123. Z. 6 u. 7. v. o. lese man der Kerne statt des Kerns
— 125. Z. 3. v. u. lese man Maafse statt Maafsen
— 132. Z. 10. v. u. lese man DS′ statt Ds′
— 134. Z. 5. v. o. lese man Resultate statt Resultaten.
— 136. Z. 4. v. u. lese man im statt der im
— 172. Z. 1. v. u. l. m. { O*Iu* st. O*In* / A*Iu* — A*In* } und AIO = *rsp.*
— 323. Z. 16. v. o. lese man bestimmen statt stimmen.
— 393. Z. 7. v. u. lese man IX. Taf. statt XI. Taf.
— 407. Z. 4. v. o. lese man *s*ADCB statt SADCB
— 408. Z. 10. v. o. lese man I statt *r*.

Druckfehler auf den Kupfertafeln.

I. Taf. Fig. 5 an der untern Grundfläche lese man *f′* für *f*.
III. Taf. Fig. 19. B. unter dem Buchstaben X l. m. Z für Σ
— — Fig. 19. G. an der linken Seite l. m. G für *g*
IV. Taf. Fig. 23. H. an der linken Seite l. m. { *p′* für *p* / *r′* für *r* }
XIII. Taf. Fig. 52. an der Ecke der obern Grundfläche lese man *d* für *a*
— — Fig. 61. auf der obern Fläche ist die Linie *o....y* nicht ausgedrückt.
— — Fig. 62. in der Kante *sm* lese man *l′* für *t′*
XIV. Taf. Fig. 72. in der Kante *sm* lese man *m′* für *m*.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Haüy, René Just,

Lehrbuch der Mineralogie

Bd.: 1

Paris [u.a.] (1804)

BHS II B 115-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10706686-7